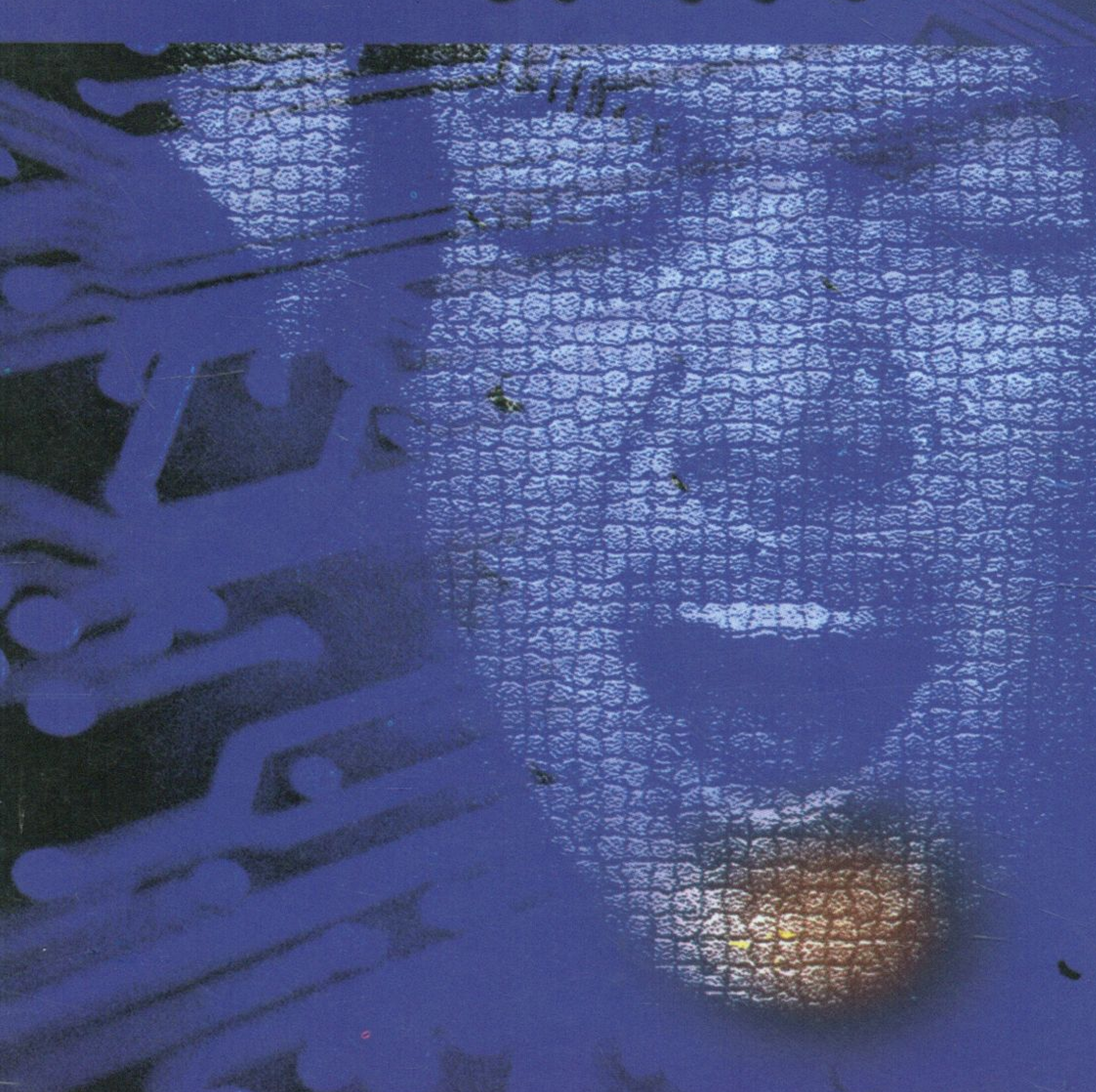


الثقافة العلمية




# التلوث الإليكترونى
# التلوث الخفى

د. كمال شرقاوى غزالى



# التلوث الإلكترونى
## التلوث الخفى

د. كمال شرقاوى غزالى

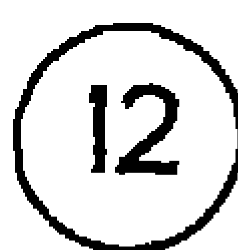


سلسلة
الثقافة العلمية

تصدرها
الهيئة العامة لقصور الثقافة



• التلوث الإلكتروني التلوث الخفي
• د. كمال شرقاوي غزالي
الهيئة العامة لقصور الثقافة
القاهرة 2013م
13,5 x 19,5 سم
• تصميم الغلاف:
فكري يونس
• تدقيق لغوي:
ممدوح المتولي
• رقم الإيداع: ١٧٦٢١ / ٢٠١٣
• الترقيم الدولي: 978-977-718-506-6
• المراسلات:
باسم / مدير التحرير
على العنوان التالي: 16 شارع أمين سامي - قصر العيني
القاهرة - رقم بريدي 11561
ت: 27947891 (داخلي: 180)
• الطباعة والتنفيذ:
شركة الأمل للطباعة والنشر
ت: 23904096



تختلف الثقافة العلمية عن تلقي العلوم في قاعات الدرس التقليدية فهي سعي فردي للمعرفة العلمية

# التلوث الإلكترونى
## التلوث الخفى

# مقدمة

إننا نبدو كما لو كنا نعيش فى غابة شاسعة من الإلكترونات، تحوم فوقنا وتتسلل من تحتنا وتمرق حولنا وخلفنا وأمامنا وتتطاير بجوارنا فى الجو المحيط بنا، بل وفى كل مكان نحل به. ونصطدم بها وتصطدم بنا دون أن نشعر أو نحس بأثر لذلك.

فى صمت تنبثق تلك الإلكترونات على هيئة سيل غير مرئى من أسلاك عديدة للكهرباء تمتد فى الحوائط والجدران التى تحيط بنا ونجلس بينها ونستند إليها وننام بجوارها وتحتها وفوقها، ومن الأجهزة الكهربائية والإلكترونية التى نستخدمها فى بيوتنا لقضاء مصالحنا كالثلاجة والديب فريزر وغسالة الملابس وغسالة الأطباق والسخان والمروحة والمكيف وفرن الميكروويف والخلاط والكبة والعجان ومضرب البيض والتوستر وفرن الطهى الكهربائى وغلاية الشاى الكهربائية وماكينة الحلاقة الكهربائية ومجفف الشعر والتليفون الثابت (الأرضى) والتليفون المحمول وأجهزة تحديد المواقع والجرس الكهربائى والبطانية الكهربائية والكومبيوتر والمذياع والتليفزيون والألعاب الإلكترونية

للأطفال والكبار، ومن أجهزة أخرى ذات أغراض طبية وصحية، نشخص بها أمراضنا أو نُعالَج بها كأجهزة معامل التحاليل الطبية وأجهزة الأشعة السينية وأشعة الليزر والمسح الذرى، أو نتمتع بها أو نتريض بها كالأجهزة الرياضية الكهربائية، ومن الأجهزة التى نمر بها فى الطريق حيث شبكات الكهرباء ذات الضغط العالى ومحولات الطاقة الكهربائية وأبراج الاتصالات الخلوية واللاسلكية والرادارات وماكينات اللحام وأفران الصهر وأحواض الطلاء، والسيارات بكافة أنواعها ومن أجهزة البث الإذاعى والتليفزيونى ومحطات إعادة البث سواء على الأرض أو فى الفضاء من خلال الأقمار الصناعية وسفن الفضاء وملايين الأقمار الصناعية فوق رؤوسنا والتى لا تكف لحظة عن الدوران حول الأرض. ومن موجات تنهال علينا دون أن ندرى وتغمرنا بالإلكترونات من كل صوب كأشعة الميكروويف وأشعة جاما والأشعة الكونية والشوارد الحرة.

وقد صارت كل تلك الأجهزة والآلات والأدوات ضرورة حضارية لحياة البشر لا يمكن الاستغناء أو التنازل عنها، فاكتظت الحياة بالملايين منها، وتمخض من جرائها ما لا حصر له من الإلكترونات.

وبكثافة بالغة تداهمنا الإلكترونات من كل تلك الأشياء رغما عنا حتى تملأ حياتنا كأنها قدرنا الذى لا فكاك منه. وفى النهاية تصنع لنا آفة جديدة أو نوعا جديدا من التلوث يشكل خطرا صامتا مستترا وغير مرئى وغير محسوس لا يُذاق ولا يُشم ولا يحس، لكنه بالغ الضراوة، اسمه التلوث الإلكترونى Electronic Pollution ، ذلك الذى يمكن تعريفه ببساطة واختصار على إنه كل ما يمكن أن يتمخض عن

الإلكترونات أو الإشعاعات الصادرة عن الأجهزة الإلكترونية من أضرار وأخطار، بدءا من أصغر جهاز كهربائى فى البيت وانتهاءا بالفضاء اللانهائى الذى يكتظ بحشود لامتناهية من الأقمار الصناعية حيث ترتع فيه موجات كهرومغناطيسية لا حصر لها.

وحين تقتحم هذه الإلكترونات أجسامنا تتفاعل معها، فتصطدم بما فيها أو تتحالف مع ما فيها. لا يحول دون دخولها حائل ولا يمنعها مانع ولا يصدها شيء. ذلك بالإضافة إلى أن الدوائر الإلكترونية الخاصة بالأجهزة الكهربائية تتداخل أيضا مع عمل المخ ووظائف الخلايا العصبية فيه بما لا يمكن تحديده وتشخيصه فى الوقت الحالى. وهذا هو سر خطورتها.

وتزداد الخطورة أكثر حين تكون الشحنات زائدة مما يؤدى إلى توليد نبضات كهربائية فى الجسم تهدد بحدوث أضرار وأخطار عديدة ظاهرة أخطرها السرطان وأهونها القلق والأرق والصداع والتوتر وعدم الاتزان واضطراب السلوك والارتباك والارتياب والخوف والشعور بالاضطهاد والاكتئاب والعصبية والتشنج والشعور بالتعب والارهاق وفقر الدم وإصابة شبكية العين وقتامة العدسة وضعف المناعة. وثمة دراسات عديدة تؤكد وجود صلة حميمة بين الإجهاض والتعرض للمجالات الكهرومغناطيسية الناجمة عن أجهزة الكومبيوتر الثابتة والمحمولة. أما الأضرار والأخطار غير الظاهرة لتلك الشحنات والنبضات الكهربائية فتتمثل فى إصابة الإنسان بما صار الطب يعجز الآن عن تشخيصه من أمراض غريبة وصداع مزمن وبما صار العلم يعجز عن تفسيره فى إصابة المناخ بالاضطراب والارتباك، مما يخل بالناموس الطبيعى للحياة وما فيها من تصميم حكيم وتوازن دقيق.

(١)

## ما التلوث ؟

يعرف التلوث Pollution على أنه أى تغير نوعى أو كمى فى مكونات البيئة الحية وغير الحية، على أن يكون هذا التغير خارج مجال التذبذبات الطبيعية لأى من هذه المكونات بحيث يؤدى إلى الإخلال بالاتزان الطبيعى مما يسبب تأثيرا مباشرا أو غير مباشر على النظام البيئى. وبأسلوب أبسط يعرف التلوث على أنه أى تغير كيميائى أو فيزيائى أو بيولوجى يؤدى إلى تأثير ضار على الهواء أو الماء أو التربة أو صحة الإنسان والكائنات الحية الأخرى.

وتنتقل المواد الملوثة من مصادرها لتنتشر فى الهواء أو الماء أو التربة. ثم تتحول أو تتحلل إلى صورها الأولى المكونة لها، أو قد تتحد بمكونات أخرى فى نظام معقد ومتشابك يولد أخطارا غريبة لا حد لأضرارها. وتصبح احتمالات الخطر فلكية فى أعدادها. كما يدخل تحلل الملوثات أو اتحادها مع بعضها البعض فى تباديل وتوافيق لا حدود لها. ولا يقتصر ضرر هذه المواد على الإنسان فحسب، بل أيضا على النبات والحيوان اللذين يعدان مصدر غذاء الإنسان.

ومن الثابت أن التلوث فى البيئة لا ينجم عن المادة الملوثة فحسب، بل تشاركها عوامل أخرى عديدة ومركبة تتفاعل معها وفيما بينها. ولا أحد يعرف بالضبط جرعة كل عنصر التى تلوث فئة بعينها من البشر تختلف عن فئة أخرى فى العمر وظروف الحياة. كما أن لا أحد يعرف نتائج تفاعل كثير من العناصر المختلفة. لذا ستبقى أضرارها فترة طويلة غير محددة تحديدا تاما. وتؤرق الناس فى كل مكان أضرار تلك الملوثات لأن لا مجتمع يخلو من وجود السيارات أو المصانع أو لا يستهلك مواطنوه الوقود أو لا يستعملون المعادن والكيماويات والمبيدات.

ونستطيع أن نقول أن الهواء أصبح ملوثا عندما يحدث تغير فى نسب الغازات المكونة له أو عندما تصل إليه بعض المواد الكيميائية ويزيد تركيزها عن النسب القانونية المسموح بها. وتؤدى هذه التغيرات إلى تأثيرات ضارة مباشرة أو غير مباشرة للكائنات الحية الموجودة فى النظام البيئى. وفى عام ١٩٦٧م قام المجلس الأوربى بتعريف تلوث الهواء على النحو التالى: "يتلوث الهواء عندما تتواجد فيه مادة غريبة أو عندما يحدث تغير ملحوظ فى النسب المكونة له. وقد يؤدى ذلك إلى نتائج ضارة". ومن المعروف أن الهواء النظيف الجاف عند سطح البحر يحتوى على ٩٠،٧٨٪ من غاز النيتروجين و٩٤،٢٠٪ من غاز الأكسجين. وتشتمل النسبة الباقية من الهواء النظيف الجاف (٩٧،٠٪) على كميات ضئيلة من ثانى أكسيد الكربون والهيليوم والأرجون والكريبتون والزينون بالإضافة إلى كميات بالغة الضآلة من

غازات أخرى عضوية وغير عضوية كالميثان وثانى أكسيد النيتروجين والأوزون وثانى أكسيد الكبريت وأول أكسيد الكربون. وهذه كلها تختلف تراكيزها فى الهواء باختلاف الزمان والمكان.

وقد يسود تلوث الهواء ويصبح عالميا عندما يزيد تركيزات غازات معينة كثانى أكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين أو ينقص تركيز غازات أخرى كالأوزون أو عندما تنتشر الملوثات على مساحات كبيرة. وتصل إلى مناطق بعيدة عن مصادرها كما حدث بالنسبة للإشعاعات الذرية فى كارثة تشيرنوبل التى وقعت بالاتحاد السوفيتى السابق. كما قد يرتبط تلوث الهواء بأماكن محددة كالمدن الكبرى. لذا فمن المفروض عند إنشاء المدن مراعاة عوامل المناخ كالحرارة والرياح التى لها تأثيراتها المؤكدة على توزيع التلوث فى الهواء. والهواء نفسه كأحد العوامل الجوية يلعب فى ذلك دورا من أهم الأدوار وأخطرها. إذ يستطيع أن يوزع الملوثات فى منطقة محددة، كما قد يستطيع أن ينقلها ويوزعها بعيدا عن نقطة انطلاقها. ومن ناحية أخرى يكون تقلب درجة الحرارة فى المناطق القريبة من المصانع فى منتهى الأهمية بالنسبة لتلوث الهواء. إذ يمنع الهواء الساخن الموجود فى الطبقات العليا الهواء البارد القريب من الأرض أن يرتفع إلى أعلى. كما يمنع الملوثات أن تنتشر. وليس بخاف أن الرطوبة تتدخل فى تحويل بعض الملوثات إلى صور أخرى من التلوث، فثانى أكسيد الكبريت يتحول إلى حامض الكبريتيك، وفى وجود أشعة الشمس يتكون الضباب الدخانى Smog من هذه المواد ومواد أخرى. لذا فالدراية بمثل هذه العوامل ومعرفة تأثيراتها أمر ضرورى للغاية.

ويمثل الماء عاملا هاما كوسط يذوب فيه كثير من المواد الصلبة والسوائل والغازات. وتتحول هذه المواد إلى صور أخرى إما كيميائية أو فيزيقية. وكلها لها أثرها الفعال على الكائنات الحية والإنسان، وذلك لأن المياه من المكونات الأساسية لأجسام هذه المخلوقات.

وفى هذه الأيام تلوثت الأنهار والبحار والبحيرات. وتلوثت معها الشواطئ أيضا. فأصبحت مياهها غير صالحة لحياة الكثير من الأنواع الحيوانية والنباتية. وصار الإنسان يعانى من تلوث مياه هذه المسطحات المائية عن طريق استهلاكه للنبات والحيوانات المائية التى تراكم الملوثات فى أنسجتها. ويعزى تلوث المسطحات المائية إلى قذف المخلفات البشرية ومخلفات الصناعة والمبيدات الكيميائية. وعلى سبيل المثال أصبح نهر النيل صندوق قمامة كبير لكثير من الملوثات. كما صار يوصف نهر الراين الذى يخترق ألمانيا إلى هولندا بأنه أكثر أنهار الدنيا تلوثا. وتحول بحر البلطيق إلى بحر ميت لدرجة أن الأسماك القليلة التى بقيت فيه صار تناولها يسبب أمراضا لا حصر لها. كما تلوث البحر المتوسط أيضا بكثير من المخلفات الصناعية والمواد البترولية ومياه المجارى.

ويعتبر الماء مُلوثا إذا كان غير مناسب للاستعمالات المقصودة منه؛ المنزلية أو الصناعية أو الزراعية أو لتكاثر الأسماك. ولقد أصدرت هيئة الصحة العالمية فى عام ١٩٦١م التعريف التالى لتلوث المياه العذبة:
"يعتبر المجرى المائى ملوثا عندما يتغير تركيب عناصره أو تتغير حالته بطريق مباشر أو غير مباشر بسبب نشاط الإنسان، بحيث

تصبح هذه المياه أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية المخصصة لها أو لبعضها" . ويتضمن هذا التعريف أيضا ما يطرأ على الخصائص الطبيعية والكيميائية والبيولوجية التى قد تجعل المياه غير صالحة للشرب أو غير صالحة للاستهلاك المنزلي أو فى الصناعة والزراعة بسبب التغيرات الحرارية الناتجة عن المياه الساخنة التى تلقى فى مجارى المياه. فارتفاع حرارة المياه يؤدى إلى سرعة نفاد الأكسجين الذائب فيها. وهذا يؤدى بدوره إلى اختناق عدد كبير من الأحياء المائية ونشاط البكتريا اللاهوائية التى تفسد المياه.

وقد عرف مؤتمر منظمة التغذية والزراعة الدولية المنعقد فى روما خلال شهر ديسمبر ١٩٧٠م التلوث البحرى بأنه ما ينتج عن "إدخال الإنسان فى البيئة البحرية لمواد يمكن أن تسبب نتائج مؤذية كالإضرار بالثروات البيولوجية والخطر على الصحة الإنسانية وعرقلة الأنشطة البحرية بما فيها صيد الأسماك وإفساد مزايا مياه البحر" . أما فى فرنسا فقد اقترحت المجموعة الوزارية المنوطة بدراسة مشكلات التلوث فى البحر التعريف التالي: "التلوث البحرى هو تغير فى التوازن الطبيعى للبحر الذى قد يؤدى إلى تعريض صحة الإنسان للخطر والإضرار بالثروات البيولوجية وبالنباتات والحيوانات البحرية والحد من المتع البحرية أو قد يؤدى إلى إعاقة كل الاستخدامات المشروعة الأخرى للبحر» . ويقر هذان التعريفان أن الإنسان هو مصدر الفساد البحرى، وهو السبب الرئيسى فى تلويث مياه البحر، وأنه الضحية الأولى لتشويه البيئة البحرية.

ونتيجة لتحول الأنهار والبحار والبحيرات فى العالم إلى مستودعات تلقى فيها مياه المخلفات البشرية والصناعية فقد لوثت مياهها بالطفيليات والكائنات الدقيقة والبكتريا والفيروسات، فضلا عن التلوث بالكيماويات والمخلفات الأخرى. وتلعب مياه الأمطار المتساقطة دورا فى تلويث البيئة المائية حيث تتساقط معها على التربة غازات المصانع ووسائل النقل والغبار والغيوم العالقة فى الهواء. ومنها تتسرب إلى المياه الجوفية أو تنجرف إلى الأنهار والبحيرات فتزيد من تلوثها.

لذا تعود خطورة مثل هذه المياه إلى أنها أصبحت حاليا المستودع الأخير للمخلفات عموما، حيث تصل إليها وبطرق مختلفة كميات هائلة من البترول ومياه الفضلات البشرية ومخلفات المصانع والمواد الكيميائية كالمبيدات والمعادن والعديد من الغازات السائلة مثل ثانى أكسيد الكبريت وأول أكسيد الكربون.

ولم تعد مشكلة تلوث المياه تشكل خطرا على الإنسان والأحياء المائية فحسب؛ لكنها صارت تشكل أيضا مشكلة بالغة الخطورة بالنسبة للمصانع التى تجد نفسها مجبرة على استعمال المياه الملوثة. واستعمال المياه الملوثة يتعارض بالطبع مع كفاءة الآلات فيها. وهكذا تتجرع الحضارة من نفس الكأس الذى قدمته للحياة.

كما أصبح تلوث الماء بالإضافة إلى تلوث كل من الهواء والتربة يهدد الحياة بكل ما فيها من نبات وحيوان وبشر. والكون الذى نعيش فيه يخضع لدورة حيوية تتسم بالانسجام التام بين مكوناته ويعرف بالدقة والتوازن فى صفاته، فى حين أن التلوث يحدث خلل فى هذا

الانسجام والتوازن. ويؤدى هذا الخلل فى أحيان كثيرة إلى تهدم أركان النظام البيئى. إذ أن اختفاء أى نوع من الكائنات الحية يؤثر على توازن البيئة والحياة. ومن المعروف أن توازن النظام البيئى واستقراره يتوقفان على مدى تعقده وتشابكه. فكلما ازداد تعقد وتشابك النظام البيئى كلما ازداد ثباتا واستقرارا، أى أن تعقد وتشابك النظام البيئى هما أهم عامل فى سلامة البيئة. لذا فإن أى عمل يقوم به الإنسان من تلويث للماء والهواء والتربة يؤدى إلى تخريب النظام البيئى بأكمله.

إن حدوث التلوث فى بيئة ما يسبب اختلالات عديدة بداخلها. وهذه الاختلالات قد تكون خفيفة وقادرة على إصلاح وضعها بصورة طبيعية، أو يكون خطرها أشد فتهدد تلك البيئة بالخراب. ومن هذه الاختلالات التى يحدثها التلوث فى البيئة:

- حجب الضوء عن البيئة المائية، مما يمنع تبادل الغازات فيها مع الجو. فيتمخض عن ذلك تعطيل البناء الضوئى للعوالق (البلانكتونات) النباتية وانخفاض معدل الأكسجين المذاب.
- هلاك كثير من الكائنات الحية المكونة للسلسلة الغذائية.
- تراكم الملوثات فى أنسجة الكائنات الحية وانتقالها فى السلسلة الغذائية من مستوى إلى آخر حتى تصل إلى الإنسان فى النهاية.
- تغير تركيب البيئة، بما فيها من مواد عضوية غذائية مما ينجم عنه اختفاء بعض الأنواع وتكاثر بعض الأنواع الأخرى واختلال العديد من الوظائف الحيوية الهامة كالتكاثر وغيره.

## أنواع التلوث

يقسم التلوث على عدة أوجه، لكن كل التقسيمات تنتهى عند هذا التقسيم:

### التلوث الكيميائى Chemical Pollution

وهو ما ينجم عن وجود المواد الكيميائية فى البيئة.مثل ثانى أكسيد الكبريت وأول أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين والهيدروكربونات والأوزون والمعادن كالرصاص والزئبق والكادميوم والنحاس والنيكل والمبيدات والأسمدة والبترول والجسيمات الدقيقة المنبعثة من المصانع.

### التلوث البيولوجىBiological Pollution

وهو ما ينجم عن وجود كائنات حية دقيقة مسببة للأمراض مثل الفيروسات والبكتريا والأوليات والطحالب والفطريات والأطوار الدقيقة (كالبويضات واليرقانات) لطفيليات كالبلهاريسيا والدودة الكبدية وديدان القناة الهضمية والحشرات فى البيئة المائية العذبة أو المالحة السطحية أو الجوفية. وتأتى مثل هذه الملوثات البيولوجية من اختلاط فضلات الإنسان والحيوان بالمياه العذبة أو المالحة أو مياه الصرف الصحى أو الزراعى.

### التلوث السمعى Noise or Sound Pollution

وهو ما ينجم عن وجود الضوضاء التى تنتج عن وسائل النقل كالسيارات والموتوسيكلات والطائرات وآلات الحفر والخلاطات المستخدمة فى أعمال البناء وأجهزة المنازل كالراديو والتليفزيون

والتكييف والمكنسة الكهربائية وغسالة الأطباق وغسالة الملابس وخلاط المطبخ.

**التلوث الحرارى** Thermal Pollution

وهو تناقص جودة المياه بسبب تغير درجة الحرارة المحيطة. ويعزى ذلك لاستخدام المياه للتبريد فى المصانع ومحطات توليد الطاقة التى تستخدم الماء فى تبريد المعدات أو تسخينها لإنتاج البخار، ثم التخلص من المياه الساخنة فى مصادر المياه الطبيعية. ويعوق ذلك نمو وتكاثر الكثير من الأسماك والكائنات البحرية التى تكيفت للحياة فى درجة حرارة معينة. وقد تموت تلك الكائنات بسبب الارتفاع المفاجئ والسريع فى درجة الحرارة الناتج عن صب مخلفات المياه الحارة، فيما يعرف ذلك بالصدمة الحرارية.

**التلوث الإلكترونى** Electronic Pollution

وهو كل ما يمكن أن يتمخض عن الإلكترونات من أضرار وأخطار. وتنشأ هذه الإلكترونات من الموجات الكهرومغناطيسية المنبعثة عن أجهزة البث الإذاعى والتليفزيونى ومحطات إعادة البث سواء على الأرض أو فى الفضاء من خلال الأقمار الصناعية وسفن الفضاء والرادارات وشبكات الكهرباء ذات الضغط العالى ومحولات الطاقة الكهربائية وأبراج الاتصالات الخلوية واللاسلكية وماكينات اللحام وأفران الصهر وأحواض الطلاء والأجهزة المستخدمة للأغراض الطبية كأجهزة معامل التحاليل الطبية وأجهزة الأشعة السينية وأجهزة المسح الذرى والأجهزة الكهربائية المنزلية كالثلاجة والديب فريزر

وغسالة الملابس وغسالة الأطباق والسخان والمروحة والمكيف وفرن الميكروويف والخلاط والكبة والعجان ومضرب البيض والتوستر وفرن الطهى الكهربائى وغلاية الشاى الكهربائية والبطانية الكهربائية وماكينة الحلاقة الكهربائية ومجفف الشعر والتليفون الثابت والتليفون المحمول ومحطات أو أبراج تقوية التليفون المحمول والكومبيوتر الثابت والكومبيوتر المحمول وأجهزة تحديد المواقع والجرس الكهربائى والمذياع والتليفزيون والألعاب الإلكترونية للأطفال والكبار.

كما تعد موجات الميكروويف وأشعة الليزر وأشعة جاما والأشعة السينية والأشعة الكونية والشوارد الحرة من مصادر التلوث الإلكترونى أيضا.

**التلوث الإشعاعى Radioactive Pollution**

وهو وجود نشاط إشعاعى فى بيئة معينة، فوق الحد المسموح به بما يشكل ضررا على الإنسان والكائنات الحية. وهو لا يقل خطورة عن التلوث الكيميائى بل قد يفوقه من حيث سرعة انتشاره ومن حيث حجم ونوعية الأخطار الناجمة عنه.

هذا ويميل كثير من الباحثين فى الوقت الراهن إلى ضم التلوث الإلكترونى والتلوث الإشعاعى معا.

**أنواع الملوثات**

تعرف الملوثات Pollutants بأنها أية مواد غازية أو سائلة أو صلبة وأية ميكروبات أو جزيئات دقيقة تؤدى لزيادة أو نقصان فى المجال الطبيعى لأى من المكونات البيئية الحية وغير الحية.

وتقسم الملوثات حسب طبيعة تأثيرها إلى:

**ملوثات كيميائية Pollutants Chemical**

وتشمل المواد الكيميائية مثل ثانى أكسيد الكبريت وأول أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين والهيدروكربونات والأوزون والمعادن كالرصاص والزئبق والكادميوم والنحاس والنيكل والمبيدات والأسمدة والبترول والجسيمات الدقيقة المنبعثة من المصانع.

**ملوثات فيزيائية Physical Pollutants**

وتشمل الضوضاء والمجالات الكهرومغناطيسية التى تنشأ عن الموجات اللاسلكية المنبعثة من شبكات الضغط العالى الناقلة للطاقة الكهربائية وأجهزة الإرسال أو البث الإذاعى والتليفزيونى ومحطات إعادة البث سواء على الأرض أو فى الفضاء من خلال الأقمار الصناعية وسفن الفضاء وأجهزة الرادار والكمبيوتر وماكينات اللحام وأفران الصهر وأحواض الطلاء والأجهزة المستخدمة للأغراض الطبية كأجهزة معامل التحاليل الطبية والمسح الذرى والأجهزة الكهربائية المنزلية كالمذياع والتليفزيون والتكييف والثلاجة والديب فريزر وغسالة الملابس وغسالة الأطباق والسخان والمكيف والمروحة ومجفف الشعر وماكينة الحلاقة الكهربائية وغلاية الشاى الكهربائية والخلاط والكبة والعجان ومضرب البيض والتوستر وفرن الطهى الكهربائى وفرن الميكروويف والبطانية الكهربائية والتليفون الثابت والتليفون المحمول ومحطات أو أبراج تقوية التليفون المحمول وأجهزة تحديد المواقع والأشعة الكونية وأشعة جاما وأشعة الليزر والأشعة السينية أو أشعة إكس أو أشعة رونتجن والأشعة النووية أو الذرية.

**ملوثات بيولوجية** Biological Pollutants

وتشمل الفيروسات والفطريات والطحالب والبكتريا والأوليات التى تنتشر فى الهواء والماء والتربة وتسبب أمراضا للإنسان والحيوان والنبات.

هذا وتقسم الملوثات على وجه العموم حسب قابليتها للتحلل البيولوجى إلى:

**ملوثات قابلة للتحلل البيولوجى**

Biodegradable Pollutants

وهى الملوثات التى ليس لها القدرة على البقاء فى البيئة، وتشمل كل المواد الكيميائية (عدا البلاستيك) التى يمكن تحللها كيميائيا إلى عناصرها الأولى.

**ملوثات غير قابلة للتحلل البيولوجى**

Pollutants Nonbiodegradable

وهى الملوثات التي لها القدرة على الثبات داخل البيئة ولا تتحلل كيميائيا، وتشمل البلاستيك ومنتجاته.

(٢)

## التلوث الإلكترونى

التلوث الإلكترونىElectronic Pollution هو كل ما يمكن أن يتمخض عن الإلكترونات من أضرار وأخطار. وتنحصر مصادره

**أ- المجالات الكهرومغناطيسية التى تنبعث عن:**

١- شبكات الضغط العالى التي تقوم بنقل الطاقة الكهربائية بما تتضمن من محطات قوى وتقوية ومحولات ومحركات ومولدات القدرات العالية الموجودة فى المصانع

٢- أجهزة الإرسال أو البث الإذاعى والتليفزيونى ومحطات إعادة البث سواء على الأرض أو فى الفضاء من خلال الأقمار الصناعية وسفن الفضاء

٣- أجهزة الرادار

٤- أجهزة الكمبيوتر

٥- الأجهزة الكهربائية المنزلية كأجهزة المذياع والتليفزيون والتكييف والثلاجة والديب فريزر وغسالة الملابس وغسالة الأطباق

والسخان والمكيف والمروحة ومجفف الشعر وماكينة الحلاقة الكهربائية وغلاية الشاى الكهربائية والخلاط والكبة والعجان ومضرب البيض والتوستر وفرن الطهى الكهربائى وفرن الميكروويف والبطانية الكهربائية والجرس الكهربائي والألعاب الإلكترونية للأطفال والكبار وأجهزة التليفون الثابت والأجهزة المستخدمة للأغراض الطبية كأجهزة معامل التحاليل الطبية والمسح الذرى

٦- أجهزة التليفون المحمول

٧- محطات أو أبراج التليفون المحمول

٨- الميكروويف أو الموجات القصيرة

٩- أشعة الليزر

١٠- الأشعة السينية أو أشعة إكس أو أشعة رونتجن

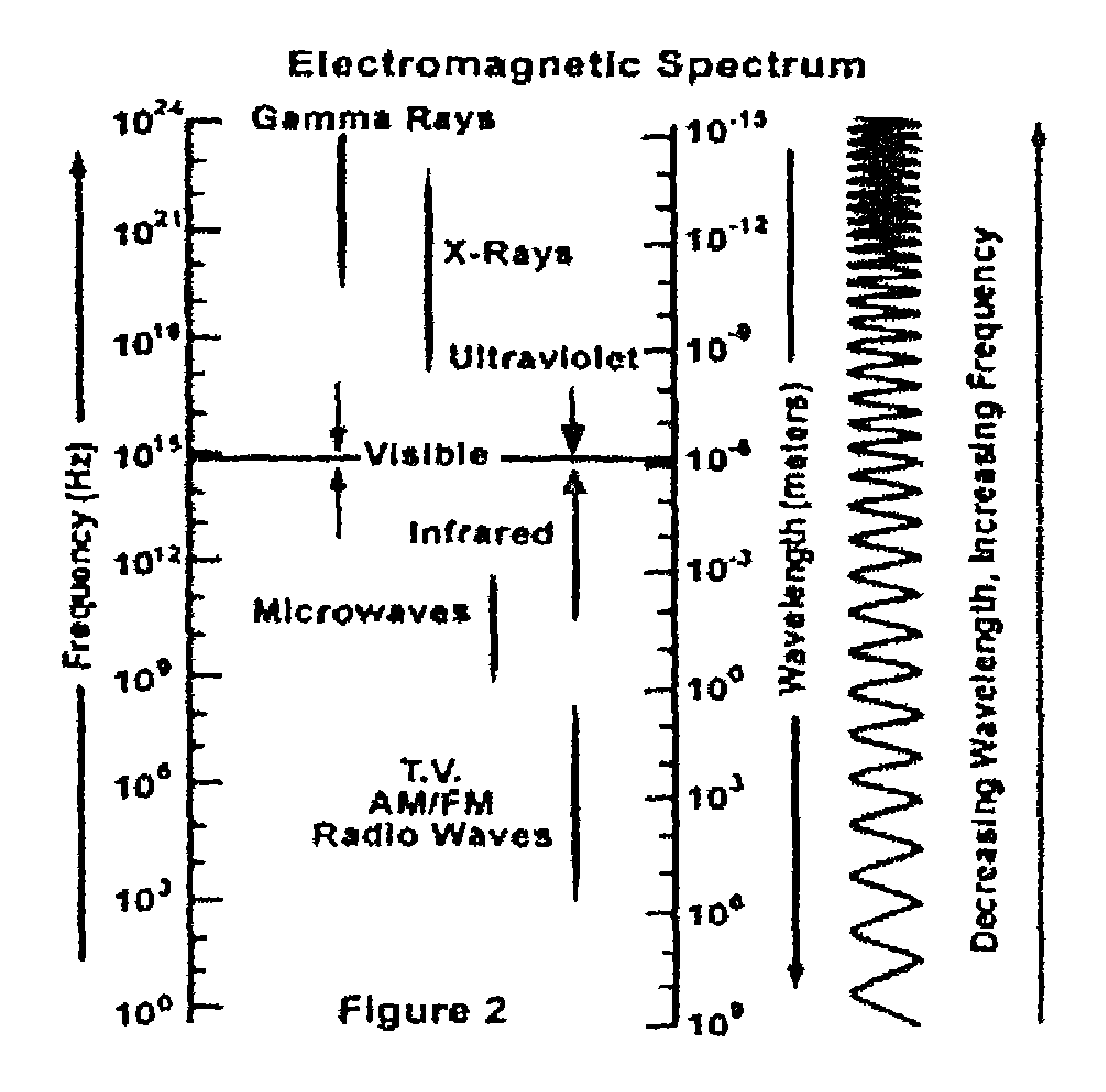
١١- أشعة جاما

١٢- الأشعة الكونية

١٣- الأشعة فوق البنفسجية

١٤- الأشعة تحت الحمراء

ومن مجموع هذه الموجات يتشكل ما يعرف بالطيف الكهرومغناطيسى Electromagnetic Spectrum.




الشوارد الحرة والأشعة النووية أو الذرية

الطيف الكهرومغناطيسي Electromagnetic Spectrum
... يبدأ من أمواج الراديو ذات الطول الموجى الطويل والتردد المنخفض ثم منطقة أشعة الميكروويف ومنطقة الأشعة تحت الحمراء ثم منطقة الأشعة المرئية ثم منطقة الأشعة فوق البنفسجية ثم منطقة أشعة إكس ثم منطقة أشعة جاما. لاحظ أنه كلما ازداد الطول الموجي قل التردد والعكس صحيح.

## المجالات الكهرومغناطيسية

الموجات الكهرومغناطيسية Electromagnetic Waves هى عبارة عن سيل أو شلال من الطاقة التى تمر فى مسار مستقيم يحوى مجالين مترددين أحدهما كهربى والآخر مغناطيسى فى مستويين يتعامدان على بعضهما كما يتعامدان على اتجاه انتشار الموجة. ولكل من المجالين طاقة معينة. وتتراوح الطاقة الكهرومغناطيسية بين هذين المجالين بشكل متعاكس (زيادة ونقصانا)، أى عندما تزيد شدة أحدهما تنقص شدة الآخر. ويعرف التغير بينهما بالتردد Frequency. وهذا يعنى أن التردد هو عدد المرات فى الثانية التى تتغير بها الطاقة فى المجالين من أقصى قيمة لها حتى تعود إلى نفس القيمة. وهو يقاس بالهرتز Hertz، ويرمز له بالرمز Hz. وكلما ازداد التردد ازدادت الطاقة.

وتنتشر الموجات الكهرومغناطيسية فى الفراغ بسرعة ثابتة هى سرعة الضوء. ويمتلىء الجو بها فتبث فيه قدرا كبيرا من الطاقة. وطبقا للطاقة المنبعثة من هذه الموجات فإنها تنقسم إلى إشعاعات غير مؤينة وهى ذات طاقة ضعيفة نسبيا بحيث لا تستطيع تكسير الروابط بين مكونات المادة مثل موجات الراديو وموجات الميكروويف، وإشعاعات مؤينة ذات طاقة كبيرة بحيث تستطيع تأيين المادة أى تحولها إلى جسيمات مشحونة مثل الأشعة السينية وأشعة جاما.

ولأغلب الموجات الكهرومغناطيسية قدرة عالية على اختراق جميع المواد التى تتعرض لها بما فيها جسم الإنسان. وهى ذات تأثيرات بيولوجية وصحية بالغة. وتأثيرها المباشر يكون أول ما يكون على

الجهاز العصبى، إذ أنها تمر بالأعصاب أولا ومنها إلى المخ. وبالقطع تتداخل ووظيفته وتؤثر على آليات الإحساس والسمع والبصر. ويكون الخطر على شبكة وعدسة العين بالغا. كما تؤثر علي كيمياء الخلية وما يدور فيها من تفاعلات، مما يؤدي إلي تغير طبيعة الخلايا وانعكاس ناموسها، ومن ثم حدوث طفرات أو تشوهات جينية فيها تؤدي علي أقل التقديرات إلي حدوث تخلف عقلي أو حدوث آثار أخرى غير معلومة ربما تكشف عنها بحوث الفيزياء الحيوية في الأيام القادمة.

ويكشف كثير من البحوث العلمية في هذا الصدد أن التعرض للموجات الكهرومغناطيسية يسبب الكثير من الأعراض المرضية التى كثيرا ما يعجز الأطباء عن معرفة أسبابها. كما ثبت أن التعرض لهذه الموجات يساعد بصفة عامة على نمو الخلايا وانقسامها بسرعة كبيرة، مما يؤدى إلى حدوث السرطان بأنواعه، ويؤدى أيضا إلى تصلب الشرايين ولوكيميا الدم والشلل الرعاش (متلازمة باركنسون Parkinson's Syndrome) وتدمير الجهاز المناعى والصداع المزمن والدوار والعصبية. ويؤثر فى الخلايا العصبية للمخ، فيسبب فقدان الذاكرة (مرض الزهايمر Alzheimer diseasc) وعدم التركيز وعدم الاتزان والإحساس بالإحباط والتوتر والانفعالات غير السوية والنسيان وعدم القدرة على التركيز وزيادة الضغط العصبى والإحساس بالآلام والإرهاق والإجهاد فى جميع مناطق الجسم واضطراب النوم.

ويؤدى طول فترة التعرض للموجات الكهرومغناطيسية إلى العجز الجنسى وزيادة الحساسية بالجلد والصدر والتهاب المفاصل.

وفى الحيوان ثبت أن التعرض لهذه المجالات يسبب اختلال معدل الهرمونات فى الدجاج ونقص إنتاج العسل فى النحل وتغير تركيب الدم وتدمير الخلايا التناسلية فى الفئران.

وعند التعرض للموجات الكهرومغناطيسية عالية التردد فإن درجة حرارة الجسم ترتفع خاصة فى الخصى، مما يؤدى إلى موت الحيوانات المنوية ومن ثم تأثر القدرة الإنجابية والجنسية والتى تصل إلى حد العقم.

## شبكات الضغط العالى الناقلة للطاقة الكهربائية

تتضمن شبكات الضغط العالى التي تقوم بنقل الطاقة الكهربائية محطات القوى وتقوية ومحولات ومحركات ومولدات القدرات العالية الموجودة فى المصانع.

وقد أعلنت وكالة حماية البيئة في أمريكا أن ثمة نتائج عملية خطيرة تؤكد أن السكان الذين يقيمون بالقرب من خطوط الكهرباء الممتدة من شبكات الضغط العالى حيث تصل الجهود الكهربائية من ألف إلى ٥٠٠ ألف فولت يتأثرون بالمجالات الكهرومغناطيسية المنبعثة من هذه الخطوط بالرغم من ضعف تردداتها مما يؤدى إلى حدوث سرطان الدم واختلالات جسيمة فى الجهاز الليمفى والمخ. وفي تجارب عديدة ثبت أن تعريض الفئران لمجال كهربائى قوته ١٥ ألف فولت فقط يسبب تغيرا خطيرا فى تركيب الدم بها.

ولوحظ أن الذين يقل بعد مساكنهم عن ١٠٠ متر من الأبراج الكهربائية ترتفع لديهم نسبة الإصابة بالسرطان. وتصل خطورة الأمر إلي أن الأطباء صاروا يحذرون مرضى القلب من المرور أسفل خطوط الضغط العالى لكي لا تحدث لديهم أية تغيرات فى الدورة الدموية.

**أجهزة الإرسال أو البث الإذاعى والتليفزيونى ومحطات إعادة البث على الأرض أو فى الفضاء من خلال الأقمار الصناعية وسفن الفضاء.**

تعد المجالات الناجمة عن أجهزة الإرسال أو البث الإذاعى والتليفزيونى ومحطات إعادة الإرسال أو البث سواء على الأرض أو فى الفضاء من خلال الأقمار الصناعية وسفن الفضاء جزءا من الإشعاعات غير المؤينة والتى تغطى مدى واسعا من الترددات يتراوح بين ٣٠٠ هرتز و ٣٠٠ جيجاهرتز. وبرغم ذلك فإن هذه الأجهزة تعتبر من مصادر التلوث الكهرومغناطيسى حيث ينتج عنها مجالات كهرومغناطيسية تختلف تأثيراتها البيولوجية بشكل أساسى عن المجالات الكهرومغناطيسية ذات الإشعاعات المؤينة للأشعة السينية على سبيل المثال.

ويعتمد تأثير الموجات الكهرومغناطيسية الصادرة عن هذه الأجهزة على شدة التردد لهذه الموجات وقدرة الأجهزة نفسها، فكلما زادت شدة التردد وقدرة الأجهزة كلما كان التأثير أشد خطرا. كما تعد مدة التعرض لهذه الموجات عاملا مهما فى ازدياد التأثير، فكلما زادت مدة التعرض لها كلما زاد تأثيرها.

ويعد أكثر الناس تأثرا بالإشعاعات الصادرة عن أجهزة الإرسال الاذاعى والتليفزيونى العاملون المتواجدون فى هذه المنشآت والسكان المقيمون بالقرب من أبراج البث الإذاعى والتليفزيونى. وتكمن زيادة الخطر فى طول فترة تعرض هؤلاء للإشعاعات الصادرة عن هذه الأجهزة.

وتخفض ملامسة الإنسان للإرض تأثير هذه الإشعاعات إلى

النصف. وربما يوضح هذا أهمية إقامة أنظمة التوصيل الأرضية فى مثل هذه المنشآت. وتقاس كمية الطاقة التى تصل إلى جسم الإنسان بما يعرف بكثافة الطاقة Powor Density ووحداتها ( ميللى وات/ سنتيمتر مربع أو فولت/متر.

أما كمية الطاقة الممتصة بواسطة جسم الإنسان لموجات الراديو فيعبر عنها بمعدل الامتصاص النوعىSpecific Absorption Rate. وأكثر ما يهم هنا أن هذه الطاقة الممتصة تتميز بصفة التراكم داخل الجسم مع مرور الوقت. وهذا ما يجعل تأثيرها ضارا عند وقت معين. وتحدد منظمة الصحة العالمية الحد الأقصى لمعدل الامتصاص ٠،٨٠ وات/ كيلوجرام من وزن الجسم. وتعد هذه القيمة هى حد الأمان أو الجرعة المسموح بها. وإن جاز التعبير فهى درجة التلوث المسموح بها.

وتنتج الترددات الأقل من ١ ميجا هرتز ارتفاعا فى درجة الحرارة، لكن نظرا لأن جلد الإنسان يعمل كمنظم طبيعى للحرارة فيقوم من فوره بالتخلص من الحرارة الزائدة. كما أنها تسبب سريان تيار كهربي داخل الأنسجة، لكن كثافة التيار الكهربى الذى يقطع وحدة المساحات عموديا عليها خلال زمن واحد ثانية، ووحدة قياسها أمبير لكل متر مربع تكون غير ذات تأثير عند هذا الحد من التردد.

أما الترددات الأكبر من ١ ميجا هرتز فإنها تسبب ارتفاعا فى درجة حرارة الجسم لا يمكن للجلد أن يتخلص منه فتخترقه وتعمل على تحريك الأيونات وجزيئات الماء التى بداخل الجسم، مما يسبب نقصا فى القدرة

البدنية والذهنية ويؤثر على خصوبة النساء وعلى نمو الجنين ويسبب له عيوبا خلقية. ويعتمد عمق الاختراق على تردد المجال، فكلما كان التردد صغيرا زاد عمق الاختراق. ويحسب معيار الأمان لهذا المدى من الترددات من خلال معدل الامتصاص النوعى Specific Absorption Rate.

أما الترددات فوق ١٠ جيجا هرتز وهى نادرة الحدوث فتكون كثافة الطاقة لها كبيرة (أكبر من ١٠٠٠ وات لكل متر مربع) وتتسبب فى حدوث تأثيرات مرضية خطيرة كحدوث حروق شديدة بالجلد وإصابة العين بمرض المياه البيضاء أو الكتاراكتا.

هذا وعلى وجه العموم تتلخص التأثيرات الضارة للتلوث الإلكترونى الناجمة عن أجهزة الإرسال أو البث الإذاعى والتليفزيونى ومحطات إعادة الإرسال أو البث سواء على الأرض أو فى الفضاء من خلال الأقمار الصناعية وسفن الفضاء فى الإصابة بالتشوهات الخلقية وضعف الإبصار وحساسية الصدر والجلد والصداع المزمن والتهاب المفاصل وأمراض ضغط الدم والجهاز الهضمى.

**أجهزة الرادار**

أكدت بحوث عديدة أجريت حول تأثير المجالات المغناطيسية المنبعثة من أجهزة الرادار أنها تسبب الدوار وسرعة الشعور بالإجهاد وانخفاض معدل التركيز الذهنى وتخيل أصوات صادرة من الرأس أو بالقرب منها.

ويسبب التعرض لمستويات عالية من أشعة الرادار لفترات طويلة

حدوث الإصابة بالصداع والإجهاد العصبى وفقدان الذاكرة وتزايد احتمالات الإصابة بالعقم والسرطان فى عينات مختلفة من البشر الذين يتعرضون لهذه الموجات. وهو الأمر الذى أكدته تجربة أجريت على فئران التجارب التي تم تعريضها لتيار متقطع من أشعة الرادار، إذ كانت النتيجة أن ٤٠٪ من الفئران قد دمرت خلاياها التناسلية تماما، كما أصيب نحو ٣٥٪ منها بسرطان الدم المعروف باللوكيميا.

## أجهزة الكومبيوتر الثابتة والمحمولة

شاع استخدام أجهزة الكومبيوتر الثابتة والمحمولة بصفة كبيرة ومستمرة هذه الأيام. وأصبح من الثابت أن استخدامه لفترات طويلة يسبب أضرارا بالغة على صحة الإنسان، خاصة العين والجهاز العضلى. ويعانى أغلب مستخدمو الكمبيوتر من الصداع ونقص التركيز وتراجع الذاكرة والتوتر والقلق وتنميل اليدين وجفاف الجلد وآلام المفاصل والعمود الفقرى خاصة الرقبة والظهر. كما لوحظ وجود حالات من الإجهاض لدى السيدات الحوامل اللاتى يطيلن الجلوس أمام شاشات الكومبيوتر.

وتؤثر المجالات الكهرومغناطيسية المنبعثة من أجهزة الكومبيوتر على النشاط الذهنى لمستخدميها وتتداخل مع وظائف المخ لديهم.

## الأجهزة الكهربائية المنزلية

زادت أعداد الأجهزة الكهربائية المستخدمة في المنازل هذه الأيام بصورة كبيرة لدرجة أن المنزل صار كأنه غابة من أسلاك الكهرباء، ولكل حاجة في المنزل صار يوجد جهاز. وعدا أجهزة المذياع

والتليفزيون والتكييف والثلاجة والديب فريزر وغسالة الملابس وغسالة الأطباق والسخان والمكيف والمروحة ومجفف الشعر وماكينة الحلاقة الكهربائية وغلاية الشاى الكهربائية يوجد الخلاط والكبة والعجان ومضرب البيض والتوستر وفرن الطهى وفرن الميكروويف والبطانية الكهربائية وألعاب الأطفال الإلكترونية وأجهزة التليفون الثابت والأجهزة المستخدمة للأغراض الطبية كأجهزة معامل التحاليل الطبية والمسح الذرى. وقد أثبت كثير من البحوث أن المجالات الكهرومغناطيسية الناجمة عن كل هذه الأجهزة تؤدى إلى حدوث السرطان وتشوه الحمل.

ويسبب الاستخدام الدائم لفرن الميكروويف فى طهى وإعداد الطعام خللا مزمنا فى خلايا المخ. كما يسبب التناول المستمر لأطعمة الميكروويف اضطرابا ملحوظا فى إنتاج الهرمونات الذكرية والأنثوية.

ونحن لا غنى لنا عن استخدام الكهرباء والأجهزة التى لا تدور إلا بها. لكن برغم ذلك يمكن تقليل المخاطر والأضرار الناجمة عن الشحنات الزائدة منها، وذلك من خلال السير على الأرض أطول فترة ممكنة لأن الأرض سالبة الشحنات وتقوم بسحب الشحنات الموجبة من الجسم. كما ينصح بإخلاء البيت من كل ما لا يستخدم أو ما يمكن أن نستغنى عنه من الأسلاك والأجهزة الكهربائية. أما إذا كان لا مفر من ذلك فيجب إبعادها أو البعد عنها بقدر المستطاع عن الجسم.

## أجهزة التليفون المحمول

أصبح استخدام التليفون المحمول منتشرا بصورة مذهلة هذه الأيام لدرجة أنه يمكن القول بأنه لا يوجد فى العالم من لا يحمل هذا الجهاز الآن.

وينشأ الاهتمام بالأخطار الناجمة عن التليفون المحمول ومحطات أو أبراج تقوية التليفون المحمول من أنها تصدر موجات لاسلكية ينشأ عنها مجالات كهرومغناطيسية. ويقع تردد هذه الموجات في مدى كبير يتراوح من ٣٠٠ ميجاهرتز إلى ٣٠٠ جيجاهرتز. ومن المعروف أن هذه الموجات هى إشعاعات غير مؤينة، أجمعت أغلب الدراسات العلمية على أن لها تأثيرات ضارة بصحة الإنسان. إذ تظهر أعراضها فى صورة صداع دائم وقلق نفسى وتوتر عصبى مع أرق وعدم قدرة على التركيز وشعور بالإعياء والإرهاق وحساسية وشعور بطنين فى الأذن واضطراب في الدورة الدموية والإصابة بمرض المياه البيضاء (الكتاراكتا).

وقد أعلن فريق علمي فى السويد أنه اكتشف أدلة إحصائية تشير إلي العلاقة الوثيقة بين استخدام التليفون المحمول والأورام الخبيثة في المخ. وقالت لجنة حكومية بريطانية أن ثمة تغيرات بيولوجية تحدث فى المخ لكل الذين يستخدمون التليفون المحمول، خاصة الصغار والمسنين والمرضى. كما أشارت اللجنة بأنها لا تستبعد أن يظهر في المستقبل القريب دليل علي قدر ما يسببه التليفون المحمول من أضرار أخرى عديدة علي المدى الطويل.

هذا ويحذر علماء الفيزياء الحيوية من كثرة استخدام التليفون المحمول. إذ بإخضاع حيوانات التجارب للمجالات الكهرومغناطيسية المنبعثة عنه ظهرت فيها أعراض تليف عضلة القلب، مما يمكن أن يكون مؤشرا خطيرا لحدوث الذبحة الصدرية. كما وجد أن هذه الموجات الكهرومغناطيسية تحدث خللا في جهاز المناعة بالجسم واضطرابا فى النظام الإنزيمى والهرمونى بداخل الخلية، مما يعرقل باقى وظائف الجسم.

وقد نشرت مجلة القلب الأمريكية فى عددها الصادر فى مايو ١٩٩٦م بحثا أجرى على ٣٩ مريضا تأكد فيه أن استخدامهم لتليفون محمول كثافة الطاقة الصادرة عنه ٢-٨ وات/سم٢ يشوش على عمل القلب لديهم ويؤدى إلى زيادة نبضاته واضطراب إيقاعها.

كما أثبتت دراسات علمية عديدة حدوث تلف بأنسجة الجسم على المستويين الخلوى والجزيئى وتغير فى وظائفها الحيوية وظهور كسور وتهتك واضحين فى الحامض النووى د ن أDNA عند تعرض البشر لموجات التليفون المحمول. وقد بينت بحوث أخرى سرعة الانقسام المتكرر للخلايا ومن ثم تحولها السرطانى تحت تأثير الإشعاعات المنبعثة من محطات المحمول.

ويزيد الأمر تأكيدا أن خمس عشرة دراسة علمية دلت على أن التعرض للموجات الكهرومغناطيسية (ومنها الموجات الصادرة عن أبراج المحمول) يؤدى إلى تهتك بنية الكروموسومات ومن ثم موت الخلايا.

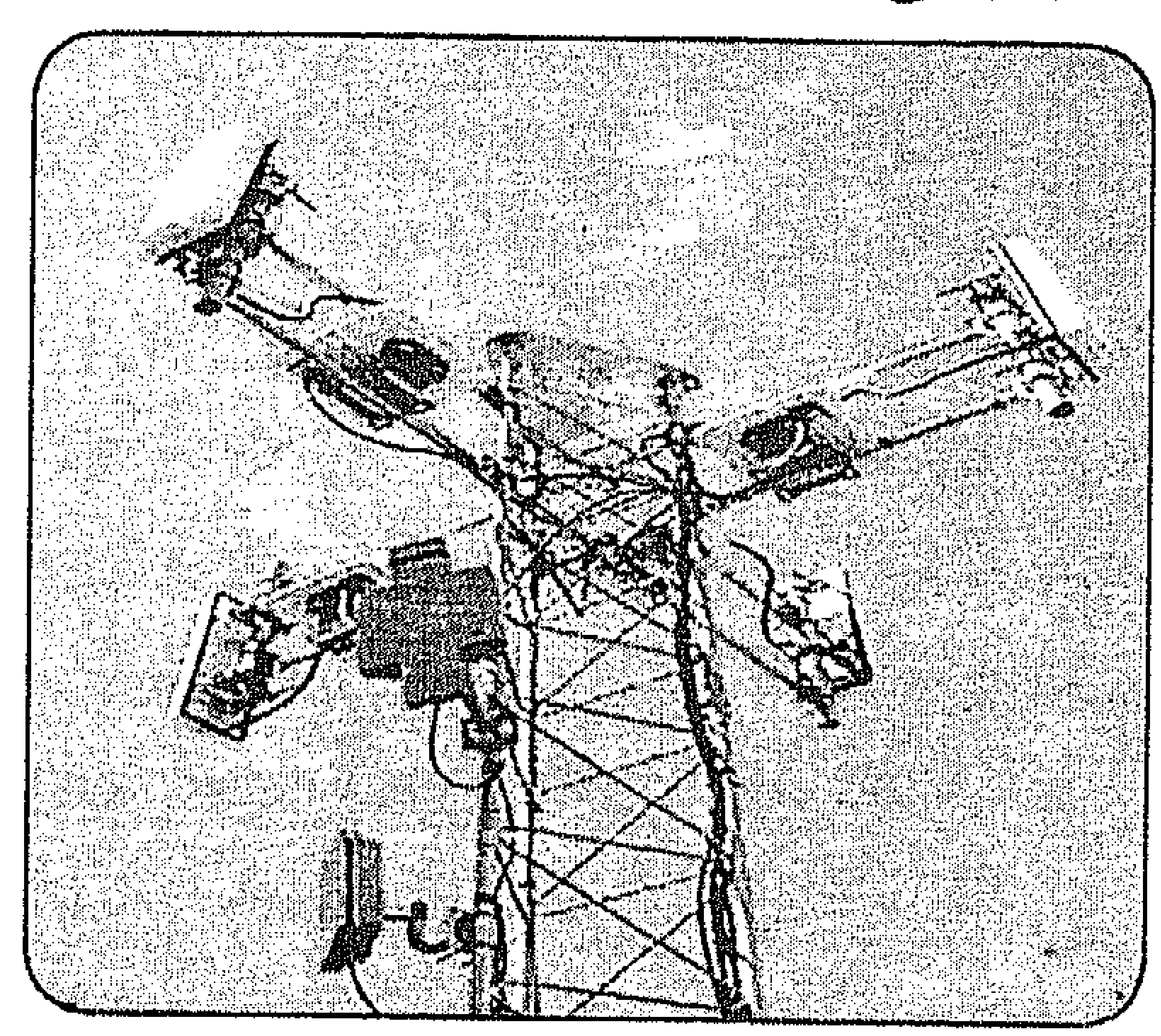
وقد وجد أن تعرض البشر لمجال مغناطيسي شدته ٦٠ هرتز مع استعمال التليفون المحمول يسبب لهم زيادة فى معدل ما يفرزه المخ من هرمون السيروتونين المعروف بهرمون السعادة وانخفاضا فى معدل ما يفرزه المخ من هرمون الميلاتونين المعروف بالهرمون المنظم للساعة البيولوجية، مما يؤدى إلى استنفاد رصيد المخ منهما ومن ثم نقص المناعة لمقاومة الأمراض الخبيثة.

وعلى وجه العموم يؤدى التعرض المزمن أو الطويل للإشعاعات المنبعثة من محطات المحمول إلى انخفاض كفاءة الجهاز المناعى وتدهور

نشاطه. وهى نفس النتيجة التى يمكن الحصول عند التعرض لجرعات كبيرة من كل من موجات الراديو المتوسطةRF/MW والقصيرة RF/SW (وكلاهما مناظرتان لموجات المحمول).

وفى دراسات عديدة تبين أن الإشعاعات الصادرة عن التليفون المتحمول تؤثر تأثيرا فعالا على المخ والجهاز العصبى المركزي أكثر من آية أعضاء أخرى فى الجسم. وتؤثر بالذات على الذاكرة والقدرة علي التعلم واكتساب معلومات جديدة وتزيد من احتمالات الإصابة ببعض الأمراض العصبية مثل الاكتئاب والصرع.

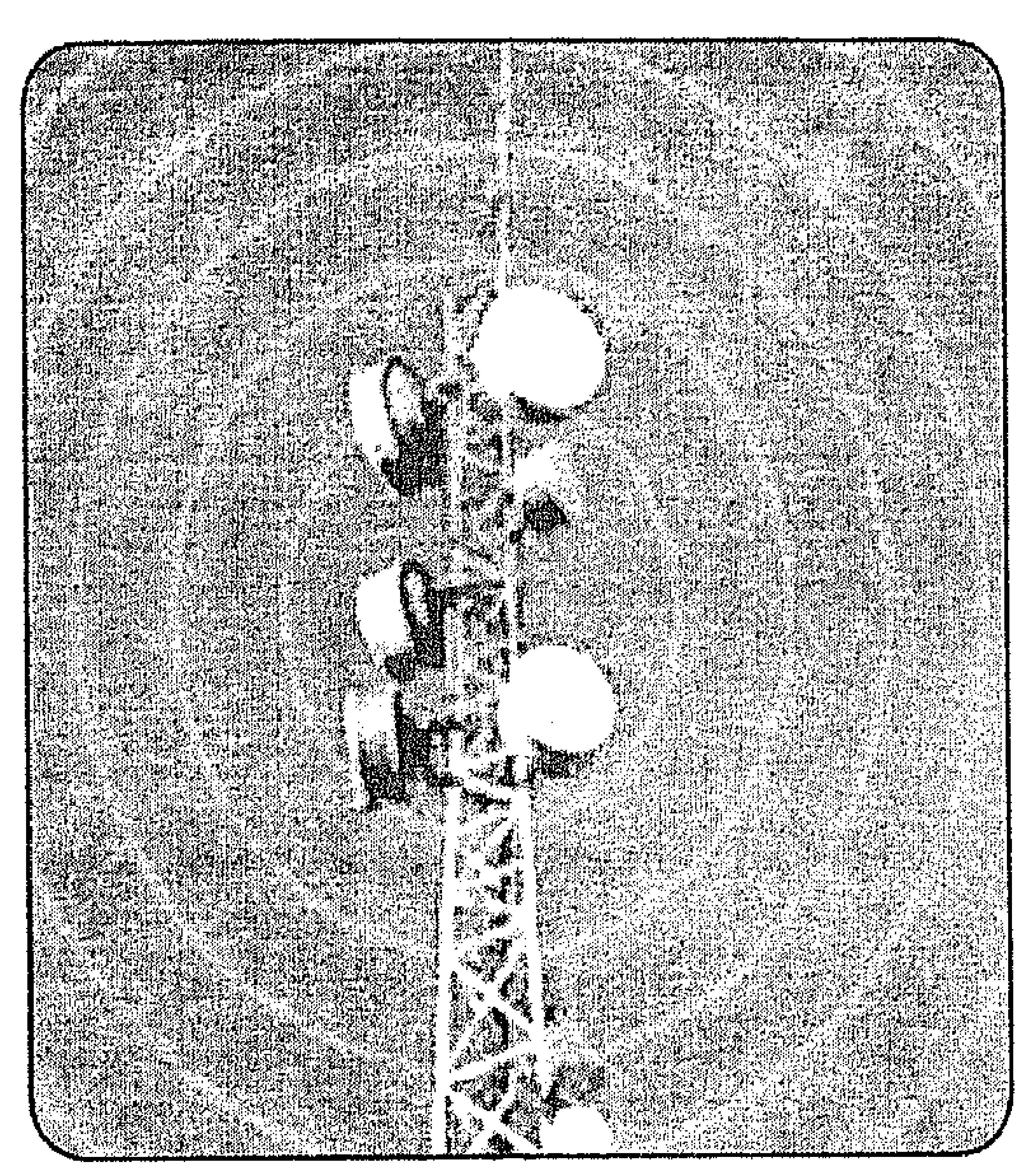
## محطات أو أبراج التليفون المحمول



أحد أبراج المحمول

تتزايد الأدلة العلمية يوما بعد يوم على أن أبراج المحمول تتسبب فى حدوث تأثيرات صحية سلبية. لكننا بالقطع ننزعج إذا ما علمنا

أن المجالات الكهرومغناطيسية التي تحيط بمحطات التليفون المحمول تزيد شدتها عن ٧ جاوس لأن هذه الدرجة في غاية الخطورة. إذ من الثابت أن التعرض لمجال كهرومغناطيسى شدتـه ٣ مللى جاوس (٠,٠٠٣ جاوس) يشكل خطرا حقيقيا على صحة الإنسان وأن مجالا كهرومغناطيسيا شدته ٢ جاوس يسبب تليفا فى عضلة القلب يؤدى إلى حدوث ذبحة صدرية.



قوة اتجاه الموجات التى يبثها برج المحمول إلى أجهزة الاستقبال

وتبدأ مخاطر محطات (أبراج) التليفون المحمول من انبعاث الموجات الكهرومغناطيسية ذات الترددات العالية وما تعكسه هذه

الترددات علي الحالة الصحية للمتعرضين لها نتيجة الطاقة المخزونة في هذه الموجات. وتؤكد بعض الدراسات الأوروبية أن الإشعاعات المنبعثة من محطات المحمول تعادل الإشعاعات الصادرة عن مفاعل نووى صغير.

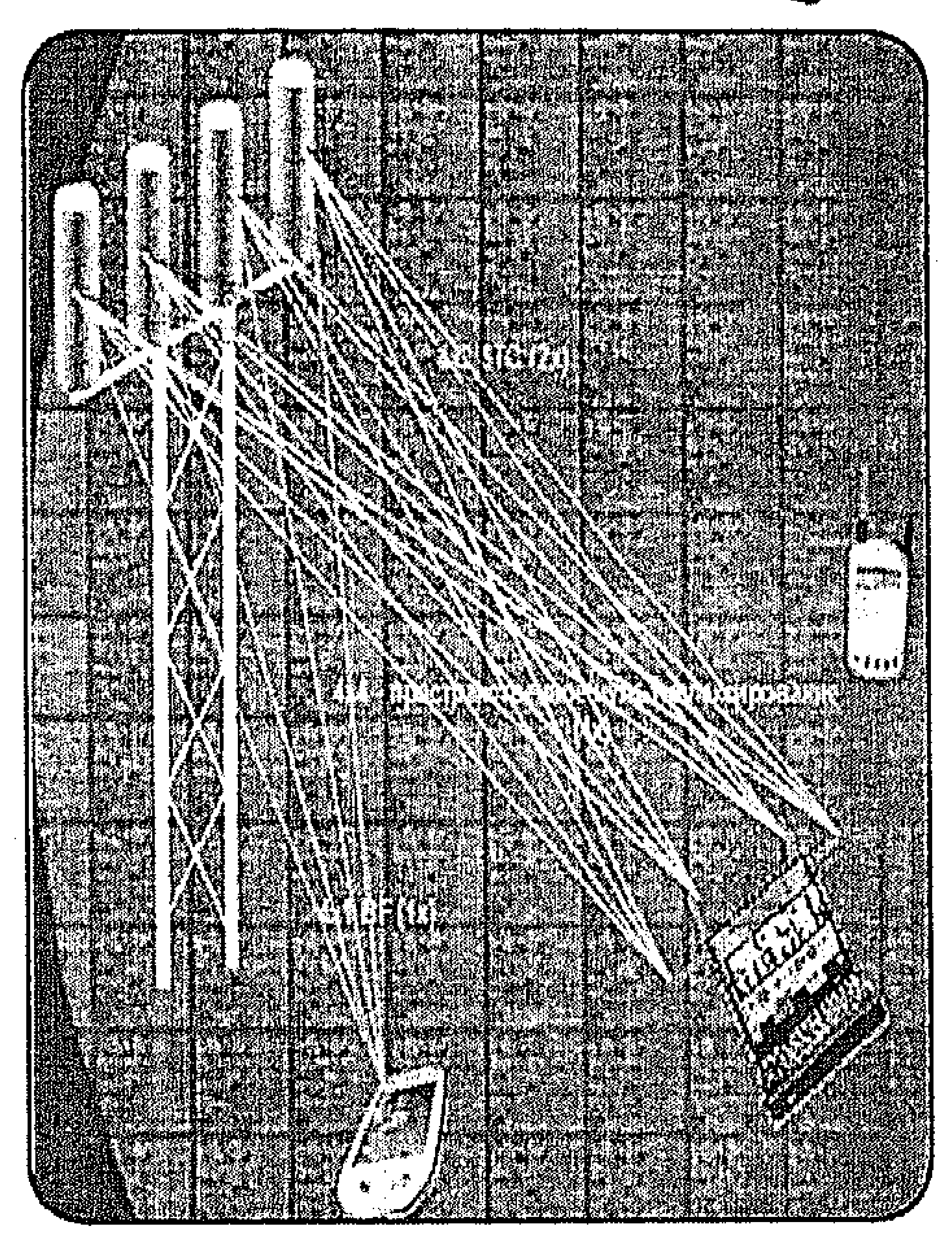
وقد دل كثير من البحوث العلمية على أن ثمة علاقة سببية بين التعرض للموجات الصادرة عن أبراج الإرسال الإذاعى والتليفزيونى (وهى مناظرة للموجات الصادرة عن أبراج التليفون المحمول) ومعدلات حدوث سرطانات مختلفة بين السكان القاطنين فى محيط هذه الأبراج وأن هذه العلاقة من العلاقات التى يطلق عليها علاقات التأثير المرتبط بحجم الجرعة، أى أنه كلما زادت الجرعة زاد التأثير والعكس صحيح.

وتجمع كافة البحوث الإكلينيكية والدراسات العلمية على أن التعرض لموجات الرادار وموجات الراديو (وهى مماثلة للموجات الصادرة عن أبراج التليفون المحمول) بين العسكريين والعاملين فى قطاع الكهرباء يسبب سرطان الدم المعروف باللوكيميا.

وأصبح الآن من الثابت علميا أن التعرض التراكمى فترات طويلة لتأثير الإشعاعات الكهرومغناطيسية المنبعثة من محطات المحمول يؤثر علي التوصيلات العصبية والكهربائية ومعدل هرمون الدوبامين فى المخ (المعروف بهرمون السرور) بالإضافة إلى تسببها فى حدوث بعض أمراض الجهاز العصبي المركزى كنقص القدرة الذهنية وفقدان الذاكرة (الزهايمر)، كما يسبب حدوث مرض المياه البيضاء فى العين

والإجهاض سرطان الغدد اللمفية وسرطان المخ وسرطان الثدي عند النساء وسرطان الدم المعروف باللوكيميا عند الأطفال.

ويؤكد هذا ما سبق أن أعلن عن حدوث اضطرابات فى نشاط المخ من خلال رسم المخ الكهربائى EEG عند التعرض للموجات الكهرومنغناطيسية المنخفضة جدا فى كثافة الطاقة (وهى ذاتها الموجات الصادرة عن أبراج المحمول).



توزيع الموجات التى يبثها برج المحمول إلى أجهزة الاستقبال

وفى دراسة شيقة صادرة عن المركز القومي للبحوث للتعرف علي الآثار الضارة التى تسببها الأشعة الكهرومغناطيسية الصادرة عن

المحمول وأبراج المحمول فوق العمارات السكنية تبين من خلالها أن هذه الأشعة تؤدي إلى زيادة حركة الجزيئات داخل الخلية، مما يعمل علي رفع درجة حرارة الجسم بمعدل درجة واحدة مئوية، ومن ثم يبدأ الخطر. وتوصلت نتائج الدراسة إلي أن التعرض التراكمي لمحطات (أبراج) التليفون المحمول تؤثر تأثيرا فعالا في هرمونات المناعة مثل الكورتيزول والميلاتونين، وذلك بخفض معدلاتها. وكلما كانت أعمار المعرضين لإشعاعات تلك المحطات منخفضة زادت تأثيراتها السلبية. ويتزيد هذا التأثير السلبى لدى الرضع أكثر من الأطفال والمراهقين والبالغين. لكن المؤكد أن التأثير يشكل خطورة بالغة في حال إذا كان ارتفاع محطة التليفون المحمول أقل من ٦ أمتار.

وفي أغسطس من عام ٢٠٠٠م أى بعد ٤ سنوات من دخول المحمول إلى مصر أصدرت وزارات الصحة والبيئة والاتصالات لائحة عرفت ببروتوكول الأمان المصرى وتتكون من ١٢ بندا للحفاظ علي الصحة العامة تتمثل في اشتراطات أو ضوابط للأمان من خطر محطات التليفون المحمول. وقد اعتمدت هذه الاشتراطات والضوابط علي نتائج الدراسات والتجارب والبحوث التي تمت بواسطة الهيئات العلمية والصحية الدولية المتعلقة بتأثير الإشعاع الكهرومغناطيسي لمحطات التليفون المحمول. وهذه المحطات رؤى أنها لا تكون مأمونة إلا بالاشتراطات والضوابط التالية:

١- أن يكون ارتفاع المبنى المقام عليه الهوائي أعلى من المباني المجاورة في دائرة نصف قطرها ١٠ مترا.

٢- ألا يقل ارتفاع المبنى الذي يركب فوقه هوائي محطة تقوية التليفون المحمول عن ١٥ مترا، وألا يزيد عن ٥٠ مترا من مستوى سطح الأرض داخل الكتلة السكنية. وفى حالة تعذر وجود هذا الارتفاع يتم تركيب الهوائي على برج معدنى أو صاري بحيث يصل ارتفاع الهوائي عن سطح الأرض إلي الحد المذكور.

٣- أن يكون سطح المبنى المقام عليه الهوائي من الخرسانة المسلحة. وينبغي ألا يسمح بتركيب الهوائى على الشرفات التى بدون مثل هذا السقف، ولا فوق أسطح المباني المستغلة بالكامل كمستشفيات حتى لا يحدث تداخل موجي مع الأجهزة الطبية فيها.

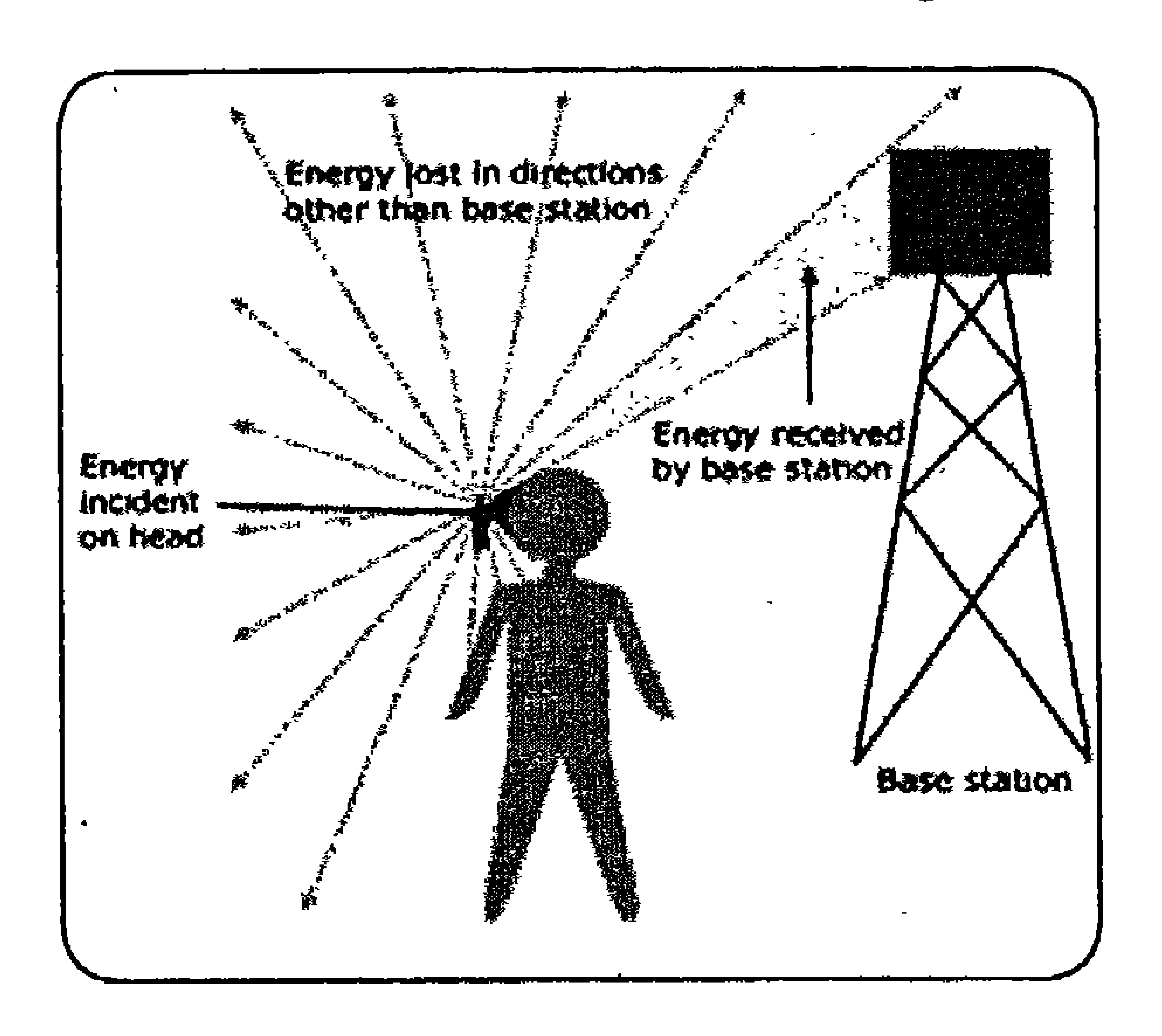
٤- ألا يسمح بوضع أكثر من هوائي مرسل علي نفس الصاري. وفي حالة تركيب برج معدني يشترط ألا يزيد عدد الهوائيات المرسلة أو المستقبلة التي يتم تركيبها عليه عن ثلاثة. وفي حالة تركيب الهوائيات من النوع المتكامل (مرسل/مستقبل) Integrated Antenna يجب ألا يزيد مجموع الهوائيات من هذا النوع عن ثلاثة أيضا.

٥- ألا تقل المسافة بين أى برجين لمحطات التليفون المحمول علي سطح المبنى عن ١٢ مترا.

٦- ألا يركب مثل هذه الهوائيات في اتجاه أفنية مدارس الأطفال.

٧- إلزام الشركات العاملة في نظام التليفون المحمول عند تركيب المحطات الأساسية فوق أسطح المباني بالمناطق السكنية بالمواصفات العالمية الخاصة بالإشعاع وطبقا لكل من الجمعية الدولية لمهندسي الكهرباء والإلكترونات (IEEC) والمعهد القومي الأمريكي للمعايرة

(ANSI) والتى تنص علي أن الحد الأقصى لكثافة القدرة الإشعاعية التي يتعرض لها الإنسان يجب ألا تزيد عن ٤،٠ مللى وات لكل سنتيمتر مربع.




حين تصل الموجات التى يبثها برج المحمول إلى جسم الإنسان

## الميكروويف أو الموجات القصيرة

الميكروويف أو الموجات القصيرة Microwaves هى أشعة على شكل موجات كهرومغناطيسية غير مرئية، وتعد إحدى موجات الراديو التى تتراوح أطوالها الموجية من متر إلى ملليمتر وتتراوح تردداتها من ٣٠٠ ميجا هرتز إلى ٣٠٠ جيجا هرتز.

وهى من الأشعة غير المؤينة أى ذات طاقة ضعيفة نسبيا بحيث لا تستطيع تكسير الروابط بين مكونات المادة. لذا فهى تستخدم فى العلاج الطبيعى، حيث يتم عن طريق الحرارة المصاحبة لها معالجة آلام المفاصل والعضلات. لكن ثبت أن لها تأثيرا خطيرا على صحة الإنسان يصل إلى حد الحروق.

أما أفران الميكروويف التى تعمل على توزيع الحرارة فى الطعام بمعدل منتظم وفترة زمنية قصيرة فإنه لا خطر منها إلا إذا أسيء استعمالها كما يحدث عند التعرض المباشر للأشعة الناجمة عنها والتى تولد حرارة عالية جدا، وكذلك فرط الاعتماد عليها فى طهى المواد الغذائية.

ولكثير من أنواع الأشعة الكهرومغناطيسية بما فيها الميكروويف أو الموجات القصيرة آثار تراكمية فى الكائنات الحية، أى أنها تتراكم فى الخلايا ويظهر تأثيرها الهدام الخطير عندما تصل إلى تركيز معين. ويختلف هذا التأثير حسب نوع الأشعة وحسب حالة الشخص المعرض لها.

وقد ثبت أن الأطفال إذا ما وجدوا بالقرب من شبكات الميكروويف فإنهم يتعرضون لحدوث نفس الأمراض والاختلالات. كما بين تجريب تعريض الأرانب لموجات الميكروويف حدوث ارتفاع ملحوظ فى درجة حرارة سائل العين لديها. وبعد نحو أسبوع من بداية تعرضها أصيبت أعينها بمرض المياه البيضاء (الكتاركتا).

كذلك أكدت دراسات أخرى عديدة على أن التعرض للطاقات العالية من موجات الميكروويف يزيد من احتمالات حدوث السرطان فى الأنسجة المختلفة للجسم.

### أشعة الليزر Laser

أشعة الليزر هي أشعة كهرومغناطيسية مرئية كأشعة الضوء العادى. لكنها ذات موجات متجانسة ومتماسكة، وتنطلق على شكل حزمة ضوئية ضيقة جدا وذات أطوال موجية موحدة فى اتجاه مركز واحد. وبذا فإنها تستطيع قطع مسافات لا نهائية فى خط مستقيم. وهى فى هذا تكون على العكس من أشعة الضوء العادى التى ترسل موجات مختلفة الأطوال والألوان وتتفرق وتتناثر وتنخفض شدتها بسرعة وتتلاشى فى الفضاء كلما ابتعدت عن مركز الإشعاع.

وتعنى كلمة الليزر Laser اختصار الأحرف الأولى من عبارة "تضخيم وتقوية الضوء بواسطة إثارة وتنشيط موجاته الإشعاعية Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation". ويعمل جهاز الليزر على تنفيذ معنى كلمة الليزر نفسها. إذ يقوم بتجميع الإشعاعات الضوئية التي يولدها بداخله ويضخمها ويقويها ثم يطلقها على شكل حزمة ضوئية مركزة جدا.

ولأشعة الليزر استخدامات هائلة فى المجالات العسكرية والطبية والصناعية. وينحصر خطرها الآن فيمن يستخدمونها أو يتعرضون لها سواء فى المستشفيات أو المصانع أو معامل البحوث. ويعزى خطرها هذا إلى أثرها الحرارى البالغ الخطورة، خاصة على الجلد والعيون.

ولهذه الأشعة طاقة عالية. وقد تصبح مؤينة أى تغير من تركيب ذرات المادة وتستطيع تأيينها محولة إياها إلى جسيمات مشحونة، مما يسبب أضرارا خطيرة أهمها السرطان فى جسم الكائن الحى الذى يتعرض لها.

## الأشعة السينية أو أشعة إكس أو أشعة رونتجن X - Rays

الأشعة السينية هى أشعة على شكل موجات كهرومغناطيسية مرئية مؤينة، أى تعطى طاقة كبيرة بحيث تستطيع تأيين المادة أى تحولها إلى جسيمات مشحونة. وهذه الطاقة تكفى لأن تفقد الذرات بعض إلكتروناتها فتصبح أيونات موجبة. وهى أشعة كهرومغناطيسية طول موجتها أقصر من طول موجة الأشعة فوق البنفسجية وأقصر من طول الأشعة المرئية. إذ لا يتجاوز طول موجتها أنجستروم واحد أى حوالى ١/٥٠٠٠ من طول الموجة فى الضوء المرئى. وهى لها قدرة نفاذية عالية تفوق الضوء العادى وتمكنها من اختراق الأجسام والمعادن. لذلك تستخدم فى الطب لتصوير الأعضاء الداخلية فى الجسم، وتستخدم فى الصناعة للكشف عن المعادن الدفينة فى أعماق الأرض.

ويتمثل التأثير الضار لهذه الأشعة فى الإصابة بالعقم والعمى وفقر الدم وتمزق الجلد وسقوط الشعر. وقد أدى استعمالها في الحرب العالمية الأولى إلي حدوث أضرار بالغة حيث مات فى عام ١٩٢٢م حوالي ١٠٠ طبيب وأصيب عدد كبير من المشتغلين بهذه الأشعة بعاهات مختلفة تتراوح ما بين الصلع والسرطان.

ومن الطريف أن إحصائيات عديدة دلت على أن الحريصين على مراقبة صحتهم في فترات متقاربة يصابون كثيرا بسرطان الصدر وذلك لكثرة تعرضهم للإشعاع عند فحصهم بالأشعة السينية.

## أشعة جاما

أشعة جاما Gamma (δ) Rays هى عبارة عن موجات كهرومغناطيسية غير مرئية تنتج فى الطبيعة من الشمس نتيجة

للتفاعلات النووية. وتعتبر المجرات السماوية والنجوم المنتشرة فى الفضاء من مصادر هذه الأشعة أيضا. كما تنتج باستمرار من العناصر المشعة مثل اليورانيوم.

وهى تنبعث على هيئة حزم من الطاقة تعرف بالفوتونات Photons وتشبه موجات الضوء العادى وتسير بسرعته (٣٠٠ ألف كيلومتر/ الثانية) عدا أن طول موجتها أقل بكثير من الطول الموجى للضوء، ولا تتأثر بالمجال الكهربائى أو المغناطيسى حيث أنها لا تحمل أية شحنات.

ولا تحمل أشعة جاما أى شحنات. ولأنها غير مشحونة فإنها تؤين المادة بطرد الإلكترونات منها. لكن قدرتها تلك ضعيفة وتقل عن قدرة أشعة بيتا بمعدل ١٠٠ مرة. وهى ذات طول موجى صغير جدا أقل من النانومتر الواحد. لذا فإن طاقتها كبيرة جدا (تزيد طاقتها على عدة ملايين إلكترون فولت) ولها قدرة عالية على اختراق المادة والأنسجة الحية وأية أجسام تصادفها، ولا يحجزها سوى ألواح سميكة من الرصاص، مما يجعل خطرها فادحا. وفى حالة زيادة جرعتها تسبب الوفاة. ولقدرة أشعة جاما على النفاذ خلال المادة فإنها تستطيع أن تقتل أية خلية حية تمر خلالها، لذلك فإنها تستخدم طبيا فى قتل الخلايا السرطانية دونما حاجة إلى جراحة. كما تستخدم فى الصناعات الطبية والصيدلانية على نطاق واسع فى التعقيم ضد الكائنات الحية الدقيقة والغذائية وتعقيم النفايات، وذلك لقدرتها على قتل الكائنات الحية الدقيقة.

ويعبر عن التأثير التدميرى لهذه الأشعة المؤينة على المادة الوراثية للخلية المتمثلة فى الحامض النووى د ن أ DNA بما يعرف بالدمار الإشعاعى المباشر. وتتكون هذه المادة الوراثية من الجزيئات التى تحمل

المعلومات الوراثية المسئولة عن بقاء الكائن الحى، لذا فإن التأثير عليها يؤثر على بقاء الكائن الحى ذاته. كما أن ثمة علاقة كمية بين دمار المادة الوراثية وتوقف الوظائف الحيوية فى الجسم.

وعادة ما تنبعث أشعة جاما مع أشعة بيتا، ويحدث الاثنان فى الجسم حروقا وفقر دم وأوراما سرطانية. ولكنها تختلف عن أشعة بيتا التي تبطؤ عند فقدها للطاقة وينتهى بها الحال بالارتباط بالذرة، فى حين تندفع أشعة جاما بكافة طاقتها بسرعة الضوء. ويفقد بعض من أشعة جاما جزءا من الطاقة أو جميع طاقتها أثناء الالتقاء مع نواة الذرة وينجم عنه قذف إلكترونات من هذه النواة، تحصل من خلاله تلك الإلكترونات على الطاقة التى فقدتها أشعة جاما. ويستمر باقى أشعة جاما فى السير خلال الفضاء بسرعة الضوء على هيئة فوتونات ذات طاقة أقل. وكلما زادت طاقة أشعة جاما وزادت طاقة الإلكترونات التى انتقلت الطاقة إليها من هذه الأشعة تولد التلف فى الوسط الذى تمر خلاله (بواسطة تأين وإثارة الذرات). وما ينبغى الانتباه له أنه عندما تتحرر إلكترونات المادة بواسطة فوتونات أشعة جاما يكون التأثير للإلكترونات وليس لأشعة جاما.

## الأشعة الكونية

الأشعة الكونية Cosmic Rays عبارة عن جسيمات مادية نووية أصغر من الذرة وذات طاقة عالية تصل إلى $١٠^{١٨}$ إلكترون فولت. وهى أشعة كهرومغناطيسية تتحرك فى الفضاء فى مسارات محاذية لخطوط المجال المغناطيسى للأرض وتنحنى لتصب فى قطبى الأرض

المغناطيسيين ساحبة معها موجات الأشعة الكونية، وذلك لعجزها عن عبور مجال الأرض المغناطيسى. ويجدر بالذكر أن ٩٠٪ منها عبارة عن بروتونات و٩٪ منها عبارة عن جسيمات ألفا (أى أنوية ذرات هيليوم) و١٪ جسيمات بيتا (إلكترونات).

وترد هذه الأشعة إلى الأرض من الفضاء الخارجى بطاقة هائلة تمكنها من اختراق ثخانات كبيرة من المادة. وتسمى أولية عند دخولها جو الأرض، وثانوية بعد أن تقوم بالتفاعل معه.

وهى تأتى من النتوءات التى تبرز من قرص الشمس وتعرف بالرياح والعواصف الشمسية وتبلغ سرعتها ٦٠٠٠٠٢ كيلومترا فى الجزء الواحد من الثانية، ومن ثقوب سوداء Black Holes عملاقة فى وسط المجرات القريبة من الأرض. وفى انهمار هذه الأشعة من الفضاء على الأرض تصطدم بأعلى طبقات الغلاف الجوى، فيقوم هذا الغلاف بحماية الأرض من خطرها. ويلعب المجال المغناطيسى للأرض دورا موازيا للغلاف الجوى فى حماية الأرض من هذه الأشعة.

وقد بدأ البحث فى هذه الأشعة مع بداية القرن العشرين حيث كان العالم الإنجليزى تشارلز ويلسون والعالم الألمانى اليستر جيتر يختبران قدرة الهواء على توصيل الكهرباء، فتبين لهما أن ذلك يرجع إلى عامل خارجى قد يكون إشعاعا خارجا عن نطاق الأرض. وفى عام ١٩١٠ استخدم العالم السويسرى جوكر بالونا على ارتفاعات عالية حيث وجد زيادة فى تأين الهواء عند تلك الارتفاعات. وفى عامى ١٩١٣ و١٩١٤ أجرى كل من النمساوى هيس والألمانى كولهورستر فى ألمانيا تجارب

أخرى على ارتفاعات عالية حيث وجدا زيادة ملحوظة فى الإشعاعات المتأينة عند تلك الارتفاعات. واقترح هيس أن مصدر هذا التأين هو وجود أشعة آتية من مصدر كونى بعيد. وفى عام ١٩٢٢ قام العالم الأمريكى روبرت مليكان بدراسة هذه الأشعة عند ارتفاع حوالى ١٦ ألف متر، وأكد وجودها. عندئذ أطلق عليها اسم الأشعة الكونية.

وتتواجد هذه الأشعة الكونية فى الكون باستمرار منذ بدء الخليقة على الأرض، وبقدر قليل لا يهدد الحياة على سطح الأرض برغم الطاقة الهائلة ($١٠^{١٨}$ إلكترون فولت) التى تحملها جسيمات الأشعة الكونية والتى تمكنها من اختراق جسم الإنسان بسهولة. لكن يكمن الخوف من تأثير هذه الأشعة فى طبقات الجو العليا. وبازدياد الارتفاع فى الجو يزداد خطرها. لذا يُخشى على الطيارين ورواد الفضاء من كثرة تعرضهم لها، وإصابتهم بالطفرات الوراثية. ويحذر علماء الوراثة من تأثير هذه الأشعة على الكروموسومات عند المدارات المنخفضة نسبيا أى على ارتفاع ٥٠٠ كيلومتر من سطح الأرض، مما يزيد من فرصة الإصابة بمرض السرطان.

(٣)

# الشوارد الحرة

الشوارد هى عبارة عن ذرات أو جزيئات فقدت إلكترونا من محيطها الخارجى مما يجعلها غير مستقرة. ولما كانت الذرات أو الجزيئات تميل بطبيعتها للاستقرار وتحتوى على عدد زوجى من الشحنات الكهربائية فإنها عندما تفقد إلكترونا تتحول إلى ذرة أو جزىء غير مستقر وذات حركة هائلة رغبة منها في الحصول على الإلكترون الذى ينقصها بأية وسيلة. لذا فإنها تسمى بالشوارد الحرة Free Radicals.

وغالبا ما تسعى هذه الشوارد الحرة لاستكمال ذلك الإلكترون من ذرات وجزيئات خلايا الجسم وأغشيتها ومادتها الوراثية الممثلة فى الحامض النووى د ن أDNA مما يسبب إضعاف جهاز المناعة فيها والانقسام غير الطبيعى لها وحدوث السرطان وكثير من الأمراض الأخرى كتصلب جدر الشرايين وتلف الجهاز العصبى والتعجيل بحدوث الشيخوخة فيها، ومن ثم تلفها وتدميرها.

ومن أخطر الشوارد الحرة على الجسم ذرات الأكسجين حين تفقد أحد

إلكتروناتها. لذا تعد المحافظة على التوازن بين نشاط ذرات الأكسجين تلك ومضادات الأكسدة إحدى وظائف الجسم الهامة. وتتكون ذرات الأكسجين الشاردة فى جميع الأنسجة الحية التى تتعرض إلى النقص اللحظى فى تدفق تيار الدم الوارد إليها ثم عودته إلى المستوى الطبيعى مره أخرى. وتتفاعل هذه الذرات الشاردة مع الدهون الفوسفورية للأغشية الخلوية لتكون ما يعرف بالبيروكسيدات فيها Hydrogen Peroxide والتى تفتح الباب لتدمير الخلايا وما يترتب عليها من بعض المضاعفات مثل الإصابة بأمراض السرطان والقلب والأوعية الدموية والسكر وخلافه.

## مصادر الشوارد الحرة

تنتج الشوارد الحرة عن التمثيل الغذائي والتفاعلات الكيميائية الحيوية التى تجرى باستمرار فى الجسم. ويتطلب القيام بالنشاط البدنى احتياج العضلات إلى استهلاك قدر كبير من الأكسجين يزيد نحو عشرين مرة عما تحتاجه فى الأوقات الأخرى. بل وقد يصل إلى نحو مائتى مرة. وترفع هذه الزيادة فى الأكسجين من وتيرة عمليات التمثيل الغذائى مما يؤدى إلى زيادة الشوارد الحرة كمخلفات من الأكسجين فاقد الإلكترون.

كما تنتج خلايا الجهاز المناعى الشوارد الحرة كمحصلة لعمليات تدمير الفيروسات والبكتيريا فى جميع أنحاء الجسم. ونتيجة لذلك فإن خلايا الجسم تظل تقذف باستمرار بتلك الشوارد الحرة.

وجدير بالذكر أن الشقوق الحرة المؤكسدة لا يقتصر ورودها إلى الجسم من التفاعلات الكيميائية الحيوية للتمثيل الغذائى الحادثة

به وحسب بل تأتى إليه أيضا من التعرض للعادم والدخان ودخان السجائر والتلوث بالمعادن الثقيلة كالزئبق والكادميوم والرصاص والمبيدات ومخلفات المصانع وكثير من الكيمياويات الأخرى والتعرض للإشعاع خاصة الأشعة فوق البنفسجية للشمس وأشعة إكس والموجات الكهرومغناطيسية.

## تأثير الشوارد الحرة على الجسم

فى تأثير الشوارد الحرة على خلايا الجسم نظرية هامة تقول: إن نواة الذرة تحاط بسحابة من الإلكترونات توجد فى حالة زوجية. لكن هذه الذرة تفقد أحيانا إلكترونا من أحد الأزواج المشكلة للسحابة الإلكترونية تاركة الإلكترون الآخر بحالة مفردة. هنا تصبح الذرة نشطة جدا للتفاعل Reactive ويطلق عليها أنها من الشوارد الحرة. وحينما تقابل ذرة مثل هذه خلايا الجسم فإن هذه الذرة تقوم بتدمير الخلايا. وحين يتكرر هذا الفعل هنا فإن جسم الكائن الحى يدخل فى مرحلة الشيخوخة.

ولتفسير حدوث الشيخوخة وضعت عدة نظريات، أهمها نظرية الشقوق الحرة المؤكسدة Oxidative Free Radicals Theory، وهى تفترض أن الشيخوخة تحدث كنتيجة للتغيرات الناجمة عن تفاعلات الأكسدة التى تسببها الشقوق الحرة المؤكسدة Oxidative Free Radicals عندما تهاجم المادة الوراثية (الحامض النووى د ن أ DNA) الموجودة فى الخلايا. إذ عندما تحدث التفاعلات الأيضية الطبيعية فى الجسم وهى بالملايين ينتج عنها ما

يعرف بالشقوق الحرة المؤكسدة Oxidative Free Radicals التى من المفترض أن النظم المضادة للأكسدة Antioxidants (مثل الجلوتاثيون Glutathione والكاتاليز Catalase والديزميوتيز Superoxide Dismutase) تعمل على التخلص منها، حيث أنها سامة جدا ويمكن لها إذا ما كانت كميتها كبيرة أن تهاجم الخلايا السليمة وتدمر المادة الوراثية) الحامض النووى DNA) بها وذلك بالتفاعل معها، مما يؤدى إلى حدوث طفرات تسفر عن تلف وظائف تلك الخلايا. كما أنها هى المسئولة عن كثير من الأمراض كالسرطان والنقرس (التهاب المفاصل). وتستمر هذه العملية حتى تقل الوظيفة المناعية للخلايا ويقل محتواها من الأدينوسين ثلاثى الفوسفات مصدر الطاقة الأساسى فيها وتبدأ الشيخوخة فى الحدوث.

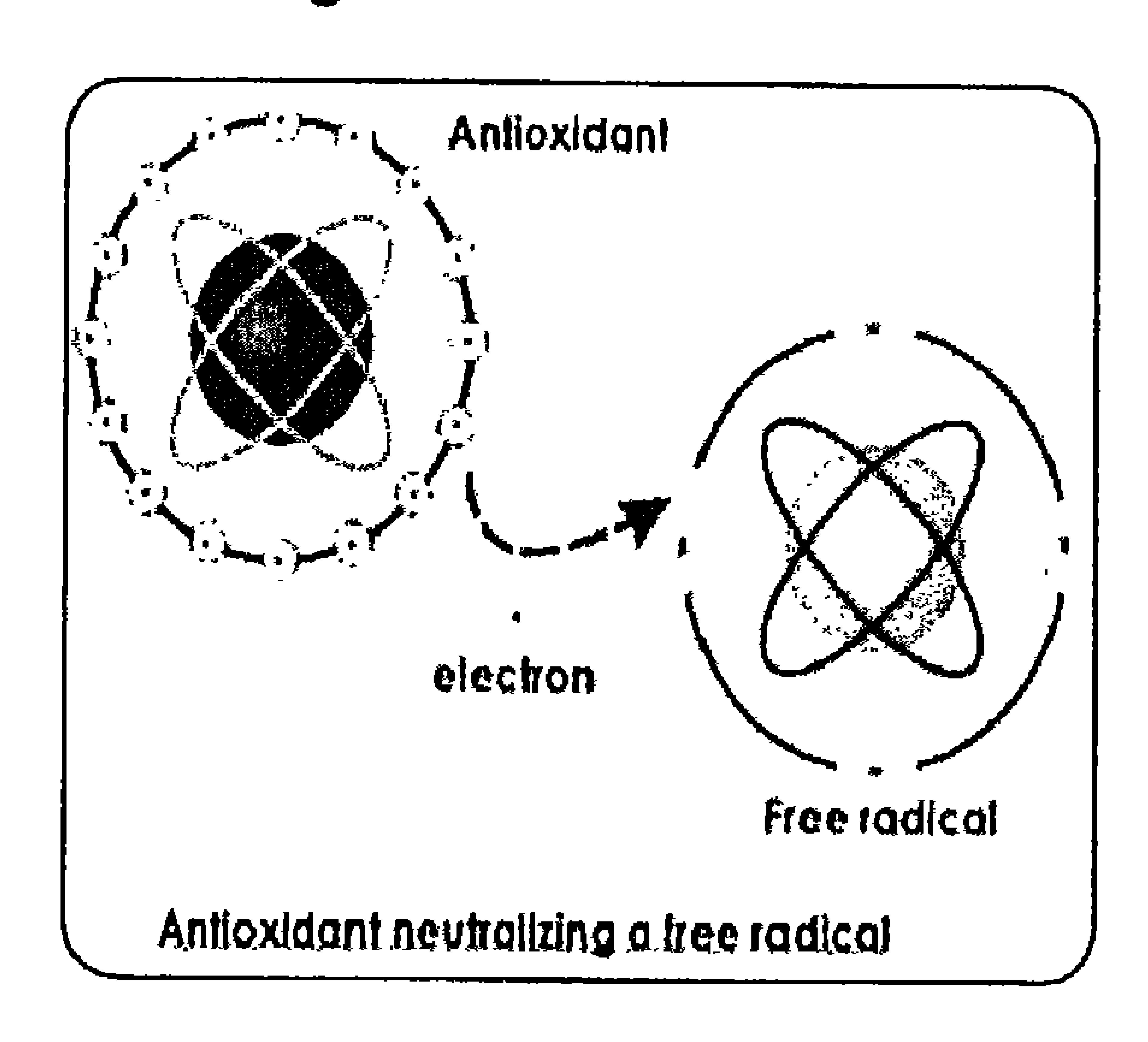
### مضادات الأكسدة

مضادات الأكسدة Antioxidants هي كيماويات موجودة فى بعض الإنزيمات التى يكونها الجسم مثل الجلوتاثيون Glutathione والكاتليز Catalase والسوبر أوكسيد ديسميوتيز Super Oxide Dismutase وكثير من الأغذية التى تتمثل فى فيتامينات مثل البيتاكاروتين (فيتامين A) وحامض الأسكوربيك (فيتامين C) والتوكوفيرول (فيتامين E) وبعض الأحماض الأمينية والمعادن. وكلها تقى الجسم من إيذاء الشوارد الحرة للأنسجة السليمة، وذلك بارتباطها بها من خلال منحها الإلكترون التي تبحث عنه، فتوقف تأثيرها الخطير بمعادلة ما تحدثه من خلل فى خلايا الجسم خاصة مادتها الوراثية المتمثلة

في الحامض النووى د ن أ DNA. وباختصار فإن مضادات الأكسدة هى بمثابة نظام دفاعى ضد الأكسدة التي تسببها ذرات الأكسجين الشاردة لحماية الخلايا من أضرارها.

وبالطبع إذا زادت الشوارد الحرة عن مضادات الأكسدة أو نقصت مضادات الأكسدة حدث للجسم ما لا يحمد عقباه.

وتضاف مضادات الأكسدة للأغذية لكي تؤخر أكسدة الأحماض الدهنية غير المشبعة الموجودة فى الزيوت. ومن المعروف أن مثل هذه الأكسدة تنجم عن تفاعل أكسجين الهواء مع الدهون والزيوت وتؤدى إلى تغير طعمها ولونها ورائحتها فيما يعرف بالتزنخ.



Antioxidant neutralizing a free radical

## أنواع مضادات الأكسدة

تتكون مضادات الأكسدة من بعض الإنزيمات التى يصنعها الجسم بالإضافة إلى بعض المواد التى يتناولها الإنسان ضمن غذائه. وتعمل عناصر مضادات الأكسدة جميعها معا أو بشكل منفرد ضد الشوارد الحرة. هذا ويمكن حصر مضادات الأكسدة فيما يلى:

• **مضادات الأكسدة الإنزيمية**

تعتبر الإنزيمات المضادة للأكسدة خط الدفاع الأول للجسم ضد الشوارد الحرة. وهى تتمثل فى الجلوتاثيون والكالتيز والسوبر أكسيد ديسموتيز.

• **مضادات الأكسده الغذائية**

. وهى تتمثل فى الفيتامينات مثل البيتاكاروتين (فيتامين A) وحامض الأسكوربيك (فيتامين C) والتوكوفيرول (فيتامين E) والحامض الأمينى المعروف بالسيستين Cysteine والمعادن مثل الماغنسيوم والزنك والسلينيوم والنحاس والمنجنيز.

(٤)

## الأشعة النووية أو الذرية

الإشعاع Radiations هو انبعاث طاقة علي شكل أشعة أو جسيمات من المواد المشعة Radioactive Materials. وتتميز أنوية العناصر المشعة بأنها غير مستقرة. لذا تتفكك إلي أنوية أخف وأكثر استقرارا. وينتج عن ذلك أنواع مختلفة من الإشعاع منها ما هو جسيمات مشحونة مثل أشعة ألفا وأشعة بيتا. ومنها ما هو إشعاع كهرومغناطيسى مثل أشعة جاما. وتقاس شدة الإشعاع بوحدة تسمى الريم REM. والحد الأقصى للإشعاع النووى الموجود فى الهواء والذى يجب ألا يتعرض الإنسان لحد أعلى منه هو ٥ ريم. وتتأثر صحة الإنسان بالتعرض للإشعاعات النووية عند الحد الأكثر من ذلك. إذ عند ١٠٠ ريم يعانى الإنسان من اضطراب الدورة الدموية ويتساقط شعره. وعند ٨٠٠ ريم يصاب بالسرطان.

وينبغى الانتباه إلى أنه كلما بعد الإنسان عن مصدر الإشعاع كلما قل التعرض له، وكلما قل زمن التعرض له قل الخطر الناجم عنه.

وتُخفض شدة الإشعاع بواسطة عوازل تقوم بامتصاصه وتشتيته، توضع بين مصدر الإشعاع والشخص المعرض له.

ولم يكن يدرك أثر الإشعاع قبل حادث مصنع الساعات الشهير عام ١٩٢٠م والذى كان أول حادث نووى إشعاعى فى التاريخ. ففى عام ١٩١٧م كان اكتشاف أول الاستخدامات الصناعية لعنصر الراديوم المشع فى الطلاءات المضيئة ليلا، إذ عندما يخلط مسحوق عنصر الراديوم مع بللورات كبريتيد الزنك فإن بللورات كبريتيد الزنك تمتص الطاقة من جسيمات ألفا المنبعثة من الراديوم فتضيىء بلون مرئى. وعلى الفور فكرت مصانع الساعات فى استخدام هذا الاكتشاف لطلاء أرقام وعقارب الساعات بهذا الطلاء الجديد ليمكن قراءة الوقت أثناء الظلام.

ومن أجل تشكيل خطوط رفيعة لطلاء الأرقام والعقارب فى الساعات كانت العاملات فى أحد مصانع الساعات وعددهن ٢٠٠٠ يضعن الفرشات بين شفاههن ثم سحبها ببطء لكى تكون قممها رفيعة ومدببة. ولم تكن تلك العاملات تدركن أنهن فى كل مرة كن يضعن الفرشات فى أفواههن كن يبتلعن فيها كمية ضئيلة من الراديوم المشع.

وفى بداية عام ١٩٢٠م كان قدر كبير من الراديوم قد تراكم فى أجسامهن فتوفى بعضهن مصابات بأنيميا حادة وسرطان العظام. وفى عام ١٩٢٤م كان قدر الراديوم المتراكم فى أجسامهن قد زاد إلى حد قاتل فمات معظمهن. وظل الحال مجهولا والأسباب غير معروفة حتى جاء أحد أطباء الأسنان فاكتشف على سبيل الصدفة أن علاقة العمل بالمواد المشعة لها تأثير إشعاعى سرطانى على الفكين.

ومن أخطر مصادر التعرض لهذه الإشعاعات المفاعلات ومحطات القوى النووية المستخدمة لتوليد الكهرباء وبعض المناجم التى تستخرج منها خامات عناصر مشعة مثل الراديوم واليورانيوم. وثمة مصادر إشعاعية مستخدمة في الأغراض الطبية بغرض التشخيص كالأشعة السينية وبغرض العلاج كإبر الراديوم والكوبالت واليود والفسفور. كما أن ثمة مواد مشعة عديدة تستخدم في مجالات صناعية كالتصوير الإشعاعي وتعقيم الأطعمة والأدوية والساعات المضيئة وأجهزة التليفزيون حيث يحتوي الأخيران علي اليورانيوم. كما تعد الأشعة الكونية مصدرا طبيعيا لهذه الأشعة. وهي تصل إلي الأرض قادمة من الفضاء الخارجي ومن الشمس أيضا. وتزداد جرعتها بزيادة الارتفاع عن سطح البحر وبزيادة خطوط العرض.

وينتج التلوث بالإشعاعات النووية من وجود أنوية مشعة فى الهواء أو الماء أو الغذاء. وتنبعث تلك الأنوية من استخدام المواد أو النظائر المشعة Isotopes فى الأغراض الصناعية والطبية كاستخدام الأشعة فى العلاج والتشخيص الطبى. كما تنبعث من التجارب النووية والتفجيرات النووية وحوادث المفاعلات والنفايات الذرية المتمثلة فى المخلفات والمواد الثانوية الناتجة عن صناعة الوقود النووي.

وتصل المواد المشعة إلى الماء نتيجة تسربها من المفاعلات ومحطات القوى النووية ونتيجة لحفظ النفايات النووية في أعماق البحار. ويؤدي هذا إلي زيادة نسبة المواد المشعة في الماء حيث تنتقل هذه المواد إلي الكائنات الحية عبر السلسلة الغذائية من خلال العوالق النباتية

والطحالب. ونظرا لأن هذه الكائنات الحية هي غذاء الأسماك فقد تنتقل المواد المشعة إلي أجسامها وتتركز فيها. ومنها تنتقل إلي الطيور والإنسان اللذين يعيشان عليها.

ولا يحس جسم الإنسان ولا أجسام الكائنات الحية الأخرى بالتعرض للإشعاع مهما زادت كميته. لكن خطره ينشأ من تراكمه في أجسام الكائنات الحية مثله مثل المعادن والمبيدات ثم انتقاله عبر السلسلة الغذائية مع زيادة تركيزه في كل مرحلة.

والاسترانشيوم بالذات هو من أخطر العناصر المشعة. ولتشابهه الكيميائي مع الكالسيوم فإنه يدخل في تركيب العظام ويحل محل الكالسيوم. ويزيد خطره فى الأطفال فيبلغ تركيزه فى أجسامهم نحو ١٥ أكثر مما فى البالغين. هذا ويمكن التأكيد بأنه لا يوجد طفل في العالم إلا وتحوي عظامه قسطا من الاسترانشيوم.

وجدير بالذكر أن التفجيرات النووية تختلف عن التفجيرات غير النووية فى أن الأخيرة لا تؤثر على نواة الذرة وكل ما يحدث فيها هو تغير إلكترونات مداراتها الخارجية فقط. أما التفجيرات النووية فمنها ما ينجم عن انقسام أو انشطار فى أنوية الذرات Nuclear Fission كما فى القنبلة النووية (الذرية) Nuclear or Atomic Bomb ومنها ما ينجم عن اندماج بين أنوية الذرات Nuclear Fusion كما فى القنبلة الهيدروجينية Hydrogen Bomb. وكلاهما يتولد عنه طاقة هائلة.

والغبار الذرى هو أهم الملوثات البيئية الناجمة عن مثل تلك

الانفجارات النووية. وهو عبارة عن مجموعات هائلة من الرقائق المشعة المنبعثة من مادة القنابل أو من الغبار الذى اكتسب خاصية الإشعاع. وهو قد يبقى عالقا فى الجو لسنوات عديدة. وينتقل ضرره إلى الإنسان بوسائل شتى سواءا عن طريق التنفس من خلال الهواء الملوث أو التعرض لسحابة مشعة عابرة أو نتيجة للحروق التى يسببها التصاق الغبار بخلايا الجلد أو عن طريق ترسبه على أوراق النبات والذى ينتقل بدوره إلى الإنسان، إما مباشرة من خلال تناول النبات أو عن طريق تناول لحم الحيوان أو منتجاته كالحليب والدهون. وكذلك تتلوث المياه والتربة بالإشعاعات النووية عن طريق ذلك الغبار الذى يحمل من مسافات بعيدة ومنه ينتقل أيضا إلى النبات ثم إلى الحيوان والإنسان.

وتنبه الدراسات المتعلقة بالتلوث أنه بعد كل عملية تفجير نووى تحدث فوق سطح الأرض يموت نحو ٦٠ ألف شخص نتيجة لإصابتهم بالسرطان والأمراض الأخرى التى تسببها الإشعاعات المؤينة الناتجة عن تلك التفجيرات.

وكان لإلقاء القنابل النووية (الذرية) علي مدينتى هيروشيما ونجازاكى باليابان في أغسطس ١٩٤٥م آثار قاتلة. إذ مات على الفور نحو ٧٢ ألف مواطن وأصيب نحو ٨٠ ألف آخرين. وامتد الإشعاع الذري عدة آلاف من الكيلومترات. وتركت هذه القنابل جيلا من المشوهين. وكانت التشوهات في الأطفال الذين ولدوا بعد إلقاء هذه القنابل مفجعة للغاية فرأس الطفل بدا أصغر من العادة. كما بدا التأخر ملحوظا في نموه وصحته قبل الولادة وبعدها.

وبرغم كل ما فى الطاقة النوْوية من مميزات تتميز بها عن طاقة الوقود العادى إلا أن الخطر الذى قد ينجم عن المفاعلات النووية يبقى أقوى من أى خطر آخر. ففي عام ١٩٨٦م انفجر المفاعل النووي في تشرنوبيل Chernobyl في الاتحاد السوفيتى السابق وقتل نحو ٣٢ شخصا في الحال وحدثت انفجارات نووية هائلة ورهيبة لوثت منطقة يصل قطرها إلى أكثر من ٣٠ كيلومتر مربع بالمواد الانشطارية والأنوية المشعة. وكونت المواد المشعة فى الجو سحابة هائلة من الغازات السامة والغبار المشع فوق المنطقة، كما وجدت في المنطقة قطع من الجرافيت المستخدم فى المفاعل والوقود الساخن، مما جعل عملية إزالة التلوث صعبة للغاية.

وإلى جانب ما سببه ذلك من تلوث فى الهواء والتربة فقد تلوثت مياه المجارى والغابات أيضا، ولا زال المفاعل يطلق رذاذا مشعا حتى اليوم. وأعلن أن المساحة المحيطة بالمفاعل هى منطقة محظورة. فهجرها السكان، بل وهجرتها الحياة بأسرها بكل ما تبقى فيها من أحياء. وتفاقم التسرب فانتشر بفعل الرياح في أجواء الدول الأوروبية المجاورة لروسيا مثل السويد وفنلندا وألمانيا وفرنسا وإيطاليا وتركيا. واضطرت السلطات إلي إعدام كثير من المواشي والأغذية المحفوظة التي تلوثت بالإشعاع، وتسلل الخطر إلى كل أنواع الخضر والأطعمة والألبان ومنتجاتها، وساد الانزعاج كل أنحاء العالم.

إن حادثة واحدة كتلك التي وقعت في تشرنوبيل لكفيلة بضياع مكاسب الإنسان في عشرات الأعوام. ولا يقف الخطر المحدق بالبشرية

عند المفاعلات النووية وحسب. فالتجارب النووية تمثل كابوسا مخيفا بما تبعثه من أخطار لا حدود لها. فالغبار المتصاعد من هذه التجارب ينتشر في الهواء فتملأ عناصره الجو ثم يتساقط في المسطحات المائية فيخل بكيمياء المياه وكفاءة الأنشطة الحيوية التي تحدث فيها.

ولا يتوقف خطر الإشعاع النووى عند جزء من أجزاء الجسم، فهو عندما يسقط على الجسم كله فإنه يسبب السرطان فى الرئتين والجهاز الهضمى والجلد ويعتم عدسة العين ويحدث اختلالا فى خلايا الدم البيضاء والغدد اللمفية ويضر العظام والطحال. وعندما يسقط على عضو بعينه فإنه يصيبه وحده بهذه الأضرار. حتى الجرعات القليلة جدا منه تسبب الضرر لجزء ضئيل من نسيج أو حتى لخلية واحدة منه فتحولها إلى خلية سرطانية. وفى الخلايا الجنسية يحدث الإشعاع خللا وراثيا ينتقل من جيل إلى جيل. وهو ما يعبر عنه بالتشوه الخلقى.

ويحدث التعرض للإشعاعات النووية غالبا باستنشاق الهواء الملوث بالعناصر المشعة. ومنه ينتقل إلى الخلايا عن طريق الدم أو عن طريق ابتلاع أغذية ملوثة بمواد مشعة. وتلعب الأمطار دورا هاما فى تسهيل وصول المواد المشعة إلى جسم الكائن الحى، وذلك عن طريق امتصاص مياهها لتلك المواد ثم نزولها إلى التربة ثم وصولها إلى النبات ثم إلى الحيوان والإنسان.

وللإشعاعات النووية تأثيرات حيوية خطيرة على الكائن الحى، قد تكون ذاتية على نفس الكائن الحى المعرض للإشعاع وقد تكون وراثية تظهر أعراضها فى أجياله التالية. وقد تكون التأثيرات الذاتية مبكرة.

أى تظهر بعد فترة قصيرة (ساعات أو أيام) من التعرض للإشعاع. وتتمثل فى تلف الخلايا العصبية وخلايا نخاع العظام وظهور قرح فى الجلد. وقد تكون التأثيرات متأخرة. وتتمثل فى الإصابة بالسرطان وقتامة عدسة العين وتشوه الأجنة.

وتؤثر الإشعاعات النووية على خلايا الكائن الحى من خلال عدة مراحل يستغرق بعضها زمنا لا يتعدى قدره جزءا ضئيلا من الثانية، ويستغرق البعض الآخر زمنا يصل إلى عدة دقائق. ومحصلة تلك المراحل تدمير العوامل الوراثية (الجينات) فى الخلية أو موت الخلية نفسها أو توقف انقسامها أو حدوث تغيرات دائمة ذات أثر سلبى فيها وتنتقل وراثيا من جيل إلى جيل.

والآن لم يعد استخدام القنابل الذرية بالعملية السهلة. وظهر الجانب السلمى للذرة متمثلا فى الوقود النووى. فقد دفع الاحتياج المضطرد للطاقة كثيرا من الدول إلى إنشاء محطات أو مفاعلات لتوليد الكهرباء تعمل بالوقود النووى مثل اليورانيوم والبلوتونيوم بدلا من الوقود المعتاد كالبترول والغاز الطبيعى والفحم. ويبلغ عدد المفاعلات النووية فى العالم ٤٧٣ مفاعلا تقع متفرقة فى ٣٢ دولة.

. ولما كان الوقود المعتاد معرضا للنضوب والنفاد المستمرين وينبعث عنه أخطار بيئية عديدة لذا فإن الكثيرين يعتبرون أن الطاقة النووية هى طاقة المستقبل وأنها الاختيار الأفضل لبيئة نظيفة. وذلك نظرا لأنه لا ينبعث عنها غاز ثانى أكسيد الكربون ولا غازات أكاسيد الكبريت ولا أية عناصر معدنية سامة مثل الرصاص والزئبق. كما أن انشطار

ذرات الوقود النووى يؤدى إلى انبعاث طاقة حرارية هائلة تبلغ آلاف المرات كمية الطاقة المنبعثة من نفس الحجم للوقود المعتاد. وبالتالي فإن حجم المخلفات الناتجة عن المحطات النووية يكون ضئيلا للغاية ويمكن تركيزه فى حيز أصغر.

وتتميز ذرات الوقود النووى بقدرتها علي الانشطار أو الانقسام لدى تفاعلها مع الجسيمات النووية مثل النيوترونات. ويصاحب هذا التفاعل انبعاث كمية هائلة من الطاقة الحرارية التي يمكن الاستفادة منها في أغراض مختلفة غير توليد الكهرباء كتحلية مياه البحر.

## القنبلة النووية أو الذرية

تعتمد القنبلة النووية أو الذرية Nuclear or Atomic Bomb على حدوث انشطار لنواة اليورانيوم ٢٣٥ أو نواة البلوتونيوم ٢٣٩ وذلك بقدر يصل إلى ٨ كيلوجرامات على هيئة كميتين منفصلتين وضغطهما بقوة كبيرة وبطريقة مفاجئة ولفترة قصيرة جدا تصل إلى جزء من المليون من الثانية. وبالقطع فإن كتلة أى منهما ستنكمش قطعا إلى حجم أصغر ويحدث نتيجة لذلك انشطار نووى تنبعث عنه كمية من الطاقة تعادل ما ينجم عن انفجار ما قيمته مائتى ألف طن من مادة مادة ثلاثى نيتروتولوين المشهورة اختصارا باسم ت ن ت .T N T

وعند حدوث الانفجار النووى تحول الطاقة الناتجة المواد المستخدمة إلى غاز وينتج ضغط هائل وريح شديدة السرعة ووميض شديد الوهج وحرارة تصل إلى عشرة ملايين درجة مئوية. ويحمل الغاز المتكون خطرا قاتلا على هيئة إشعاعات مؤينة من نوعية ألفا وبيتا وجاما تعمل كلها على تأين المنطقة المحيطة.

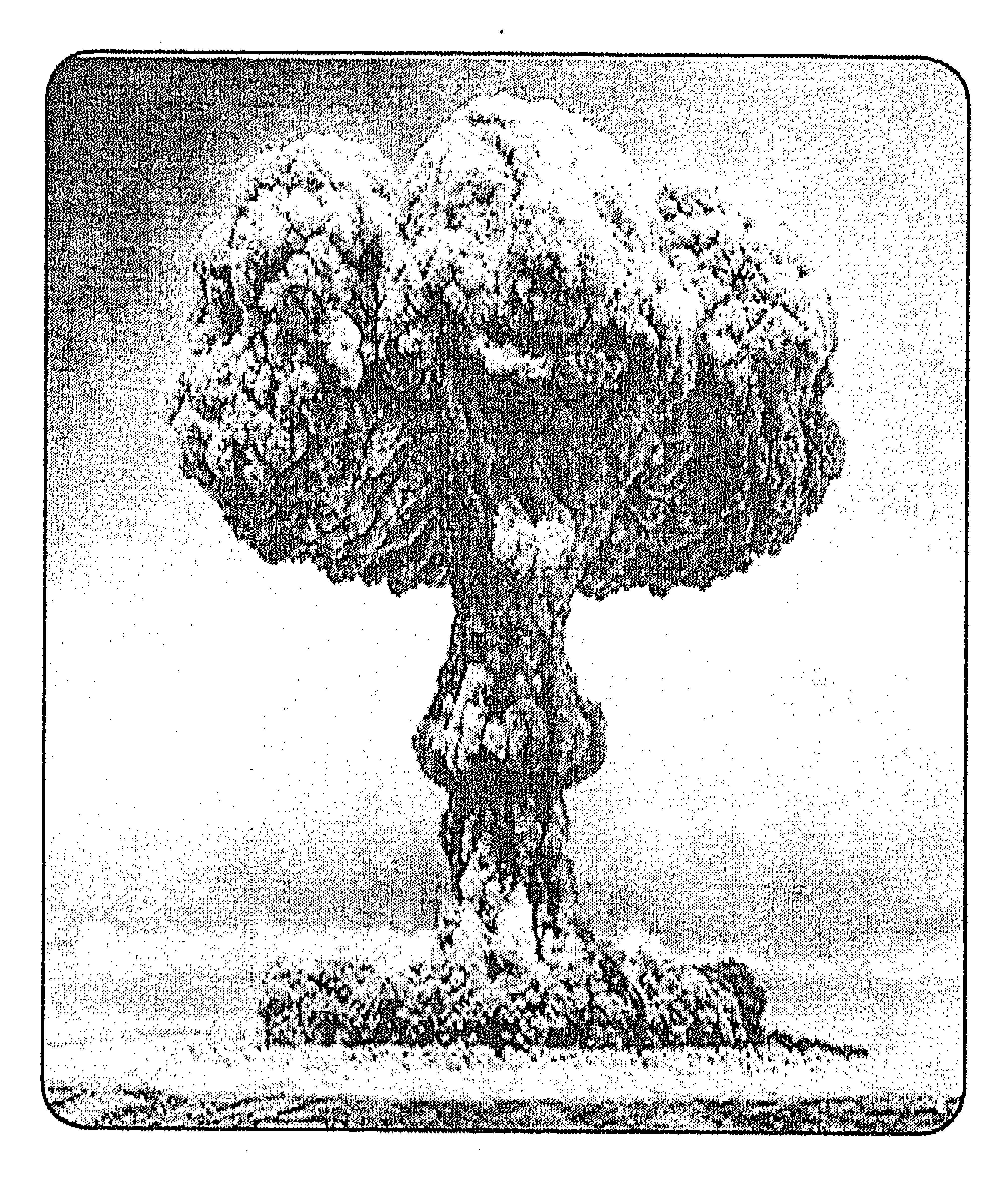
وتتكون أشعة ألفا من جسيمات موجبة الشحنة. وغالبا ما لا يكون لها تأثير خطير على الصحة العامة نظرا لثقلها وانخفاض سرعتها، مما يحد من قدرتها على اختراق الأجسام.

أما أشعة بيتا فهى عبارة عن إلكترونات تسير بسرعة كبيرة تبلغ سرعة الضوء. وهى تستطيع أن تخترق الجسم الحى حتى سنتيمترين، لذا فإن خطرها عليه بالغ خاصة على الجلد. لكن قدرتها على اختراق الأجسام الصلبة قليلة. ولا تنفذ عبر الرصاص بدءا من سمك ٢ ملليمتر.

أما أشعة جاما فهى عبارة عن موجات كهرومغناطيسية على هيئة فوتونات تسير بسرعة الضوء العادى ولا تتأثر بالمجال الكهربائى أو المغناطيسى حيث أنها لا تحمل شحنات. وهى ذات طول موجى صغير جدا أقل من ١ نانومتر. لذا فإن طاقتها كبيرة وقوة اختراقها عظيمة. مما يجعل خطرها فادحا. وتعمل كل هذه الإشعاعات على حدوث الحروق وفقر الدم والأورام السرطانية. وفى حالة زيادة الإشعاع تحدث الوفاة.

وقد اخترعت القنبلة النووية عام ١٩٤٥م فى الولايات المتحدة الأمريكية بواسطة علماء كبار مثل روبرت أوبنهايمر وإنريكو فيرمى وأرثر كومتونوليو سزيلارد فى ولاية نيومكسيكو بتوجيهات من الرئيس الأمريكى روزفلت في عام ١٩٣٩م ضمن مشروع سرى أطلقوا عليه اسم مشروع مانهاتن بعد بداية الحرب. وفى أغسطس عام ١٩٤٥م ألقيت أول قنبلة نووية علي هيروشيما باليابان وكانت من اليورانيوم ٢٣٥ وقتلت ٨٠ ألف شخص. وألقيت الثانية على نجازاكى وكانت من البلوتونيوم، وقد محت المدينة بأسرها.

هذا وقد طورت القنبلة النووية الآن لتزيد قوتها التدميرية ويقل وزنها بحيث تصبح أكثر كفاءة، مما يمكن من حملها بسهولة على شكل رؤوس نووية بواسطة الصواريخ.



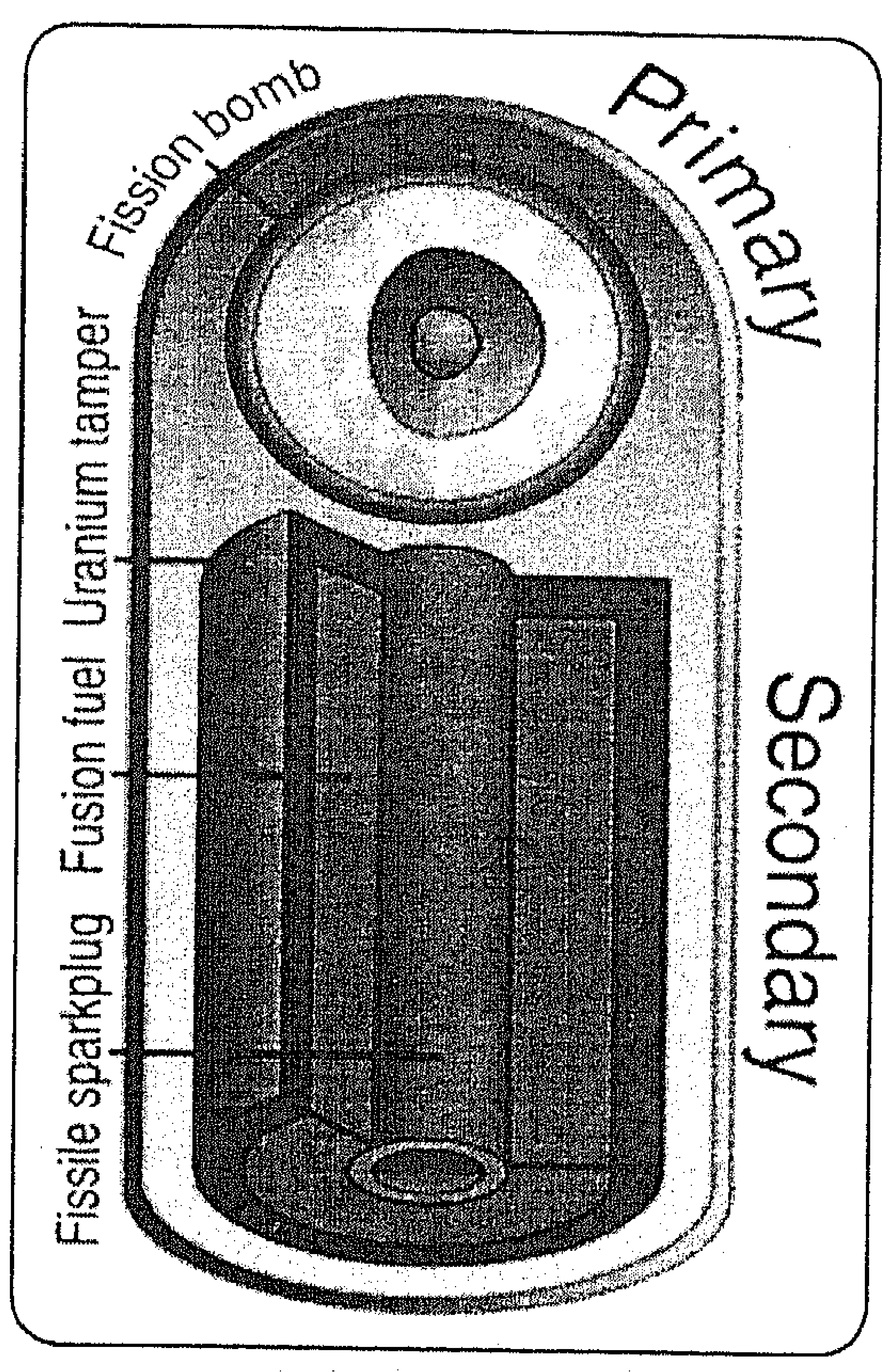
القنبلة النووية أو الذرية لحظة الانفجار

## القنبلة الهيدروجينية

القنبلة الهيدروجينية Hydrogen Bomb وتعرف أيضا بالقنبلة النووية الحرارية Thermonuclear Bomb هى أحد أخطر أنواع الأسلحة النووية، وتعتمد على عملية الاندماج بين أنوية الذرات. وتصنع بواسطة تحفيز الاندماج بين نظيرين كيميائيين لعنصر الهيدروجين هما التريتيوم Tritium والديوتيريوم Deuterium. ويتم هذا الاندماج باستخدام كميات هائلة من الحرارة البالغة الشدة والتى تصل فى شدتها إلى حرارة الشمس وذلك من أجل تسريع التفاعل. وينتج عن التفاعل تكون ذرة جديدة هى الهيليوم Helium ونيوترون إضافى. والهليوم الناتج تقل كتلته عن كتلتى التريتيوم والديوتيريوم الداخلين فى التفاعل. ويشكل فرق الكتلة بين المواد المتفاعلة والمواد الناتجة فى هذا التفاعل الذى يتكرر ملايين المرات نسبة ٤و٠٪ تخرج على هيئة طاقة هائلة، وذلك وفقا لنظرية أينشتاين التى تنص على أن المادة يمكن أن تتحول إلى طاقة. وتقاس قوة القنبلة الهيدروجينية بالميجا طن من مادة ثلاثى نيتروتولوين المشهورة اختصارا باسم ت ن ت.T N T

والذى يحدث بالفعل فى حالة القنبلة الهيدروجينية هو استخدام ما قيمته ٣٦،١ كيلوجرام من التريتيوم و ٩١،٠٠ كيلوجرام من الديوتيريوم وانطلاق قدر من الطاقة يعادل ما ينتج عن انفجار عشرين مليون طن من مادة ثلاثى نيتروتولوين ت ن ت. ويفوق هذا الانفجار للقنبلة الهيدروجينية انفجار القنبلة النووية بنحو يصل إلى خمسين ألف

ضعف . كما ينجم عن انفجار القنبلة الهيدروجينية حرارة شديدة ورياح فائقة السرعة وانبعاث هائل لأشعة جاما وهى موجات كهرومغناطيسية عبارة عن فوتونات تنتقل على شكل موجات ذات طول موجى صغير جدا (أقل من ١ نانومتر).




القنبلة الهيدروجينية أو القنبلة النووية الحرارية



القنبلة الهيدروجينية ... فى لحظة الانفجار

ويرجع اختراع القنبلة الهيدروجينية إلى عام ١٩٥٤م. ومن غير المؤكد تحديد هوية من الذى توصل أولا إلى اختراعها، هل هو السوفيتى أندريه زخاروف Andrei Sakharov أم هل هما الأمريكيان

إدوارد تيلر Edward Teller وستانسلاف أولام .Stanislaw Ulam وقد قامت الولايات المتحدة فى عام ١٩٥٤م بتفجير أول قنبلة هيدروجينية بلغت قوتها ٣،٥ ميجا طن بما يعادل ٩،٠ مليون طن من مادة الـ ت ن ت. وفي عام ١٩٥٥م رد الاتحاد السوفييتى عليها بقنبلة مماثلة أعقبها في عام ١٩٦١م بإجراء اختبار لأكبر قنبلة هيدروجينية صنعت في التاريخ بقوة انفجار تصل إلى ٥٨ ميجا طن بما يعادل ١٥ مليون طن من مادة الـ ت ن ت.

وأخطر تأثير للقنبلة الهيدروجينية هو الغبار الذرى ذو النشاط الإشعاعى الذى يتساقط من السحابة القاتلة عند الانفجار والتى تشبه فطر عيش الغراب. وخلال ١٨ ساعة من الانفجار يكون كل من يقطن في نطاق ٢٠٠ كيلومتر منه قد تلقى جرعة مميتة من الإشعاع.

### القنبلة النيوترونية

القنبلة النيوترونية Neutron Bomb هى قنبلة هيدروجينية صغيرة صممت لقتل الأفراد، دون الإضرار بالمبانى والمنشآت المجاورة. وبمعنى أوضح فهى صممت لغرض اختراق الأجسام الحية وقتلها على الفور، ومن ثم القضاء على التفوق البشرى فى دقائق. ويسمونها أحيانا القنبلة النظيفة. ويرجع اختراع هذه القنبلة إلى عالم الفيزياء الأمريكى صامويل كوهين Samuel Cohen . وهى تحدث قدرا هائلا من الإشعاع لكنها تحدث انفجارا بسيطا وحرارة طفيفة، فالقنبلة النيوترونية التى يبلغ وزنها ألف طن تسبب نفس قدر الإشعاع الذى تسببه قنبلة نووية ذات عشرة آلاف طن.

وتحتوى القنبلة النيوترونية بداخلها على وقود من نظائر مشعة مصنعة تعطى نيوترونات بكثافة عالية مثل نظير الكاليفورنيوم ٢٥٢ الذى يعطى قدرا من النيوترونات ٣و٢ × ١٠^١٢ نيوترونا فى الثانية الواحدة لكل جرام من هذا العنصر. ويكون مفعول القنبلة النيوترونية على شكل إشعاع من نيوترونات تخترق الأجسام الحية وتؤدى إلى قتلها فى التو كما تخترق الأجسام غير الحية وتحولها إلى عناصر مشعة شديدة الخطورة.



قنبلة نيوترونية

ويمكن إطلاق هذه القنابل النيوترونية من خلال أسلحة عديدة كالمدافع أو حملها في الصواريخ أو إسقاطها بواسطة الطائرات. وهي تستخدم كصواريخ ضد الجنود الذين يتحصنون داخل الدبابات والعربات المصفحة التي يصعب اختراقها بالأسلحة التقليدية. وبإمكان قذيفة نيوترونية اختراق أكثر الدبابات حصانة بسهولة من على بعد ١٠ كيلومترات. حتى وإن لم تصب القذيفة هدفها فإن انفجارها يولد قدرا هائلا من الإشعاع النووى يقتل خلال ساعات كل من يتعرض له.

### القنبلة الكهرومغناطيسية

القنبلة الكهرومغناطيسية The Electromagnetic Bomb قنبلة جديدة غير تقليدية، لها العديد من التسميات، فهى القنبلة الإلكترونية (لأن عملها يتلخص فى تعطيل الأجهزة والأنظمة الإلكترونية وحسب) والقنبلة الخفية (لأنها لا يمكن أن ترى بالعين أو يسمع لها صوت) والقنبلة النظيفة (لأنها لا تقتل البشر ولا تريق الدماء) والقنبلة القذرة (لأنها تقتل كل من يستخدمون أجهزة الحياة كبطاريات القلب ولأنها تعطل عمل أجهزة المستشفيات والدفاع المدنى والمرافق التى لا علاقة لها بالحرب) وقنبلة الفقراء (لأن تكلفة إنتاج القنبلة الواحدة منها لا تزيد عن ٤٠٠ دولار). والطريف أنها قنبلة تعمل بدون صوت ولا دخان ولا رائحة، ولا تخلف أى أثر من الآثار التى تنجم عن أنواع القنابل الأخرى.

وهى نوع من الأسلحة يعتمد على إحداث انفجار كهرومغناطيسى لا يسبب خسائر فى الأرواح، لكنه يهدف إلى تعطيل الأجهزة والأنظمة

الإلكترونية وأنظمة الاتصالات والتحكم فى الطائرات والسفن من خلال ما يعرف بالنبضة الكهرومغناطيسية والتى يمكنها التداخل مع الأجهزة الكهربائية والإلكترونية ونظم التشغيل لإلحاق الضرر بها وإصابتها بالتلف. وعادة ما لا تتجاوز آثارها ١٠ كيلومترات من موقع الانفجار. وهى توجه إلى الدول الصناعية التى تعتمد اعتمادا كبيرا على الإلكترونيات وأجهزة الكومبيوتر فى إدارة شئونها.

وقد ظهرت فكرة القنبلة الكهرومغناطيسية أثناء حدوث بعض التفجيرات التجريبية للأسلحة النووية فى الارتفاعات الشاهقة من الجو، حيث لاحظ العلماء أثناء ذلك حدوث ظاهرة علمية مثيرة أطلقوا عليها التأثير النبضى الكهرومغناطيسى Electromagnetic Pulse Effect (EMP). ومفادها أن هذه التفجيرات تسبب تكون نبضة كهرومغناطيسية هائلة فى وقت لا يتعدى مائة نانو ثانية (النانو ثانية= جزء من ألف مليون جزء من الثانية). وتنطلق هذه النبضة عبر الهواء وعلى خطوط الكهرباء لمسافات طويلة مكونة مجالا كهرومغناطيسيا هائلا وجهدا كهربيا يصل إلى بضعة ملايين فولت حسب بعد المصدر عن الهدف المعرض لهذه النبضة الكهرومغناطيسية، مما يجعل اعتبارها موجة كالصدمة Electromagnetic Shock Wave. ويشبه تأثير هذه الموجة أو الصدمة نفس تأثير البرق أو الصواعق. وهذا يكفى لتعطيل أو إلحاق ضرر بكل الأجهزة الإلكترونية الموجودة فى محيط ١٠ كيلومترات من موقع الانفجار.

وغالبا ما يكون هدف هذه القنبلة هو تدمير كل ما يدار إلكترونيا

من أجهزة الكمبيوتر وأجهزة الاتصالات وأجهزة العرض وأجهزة التحكم بكل ما فيها من إشارات المرور والقاطرات وأبراج المراقبة الجوية للمطارات والهواتف المحمولة. ومما يُمكن من إحكام تدمير هذا الهدف أن جميع مكونات هذه الأجهزة مصنعة من أشباه الموصلات ذات الكثافة العالية من أكاسيد المعادن التى تتميز بحساسية فائقة للجهد الكهربائى العالى، بما يسفر عن انهيار شامل لكل هذه المكونات بواسطة التأثير الحرارى للنبضة الكهرومغناطيسية الذى يؤدى إلى انهيار البوابات Gate Breakdown فيها. ولا يشفع لها من تدمير القنبلة الصدمة حتى وسائل العزل والحماية المتمثلة فى وضع الدوائر داخل شاسيهات معدنية، لأن الكابلات أو الموصلات المعدنية من وإلى الجهاز سوف تعمل كهوائى Antenna يقود هذا الجهد العالى إلى داخل الجهاز. وبذا تصبح جميع عناصر الهدف عرضة كلها للتدمير.

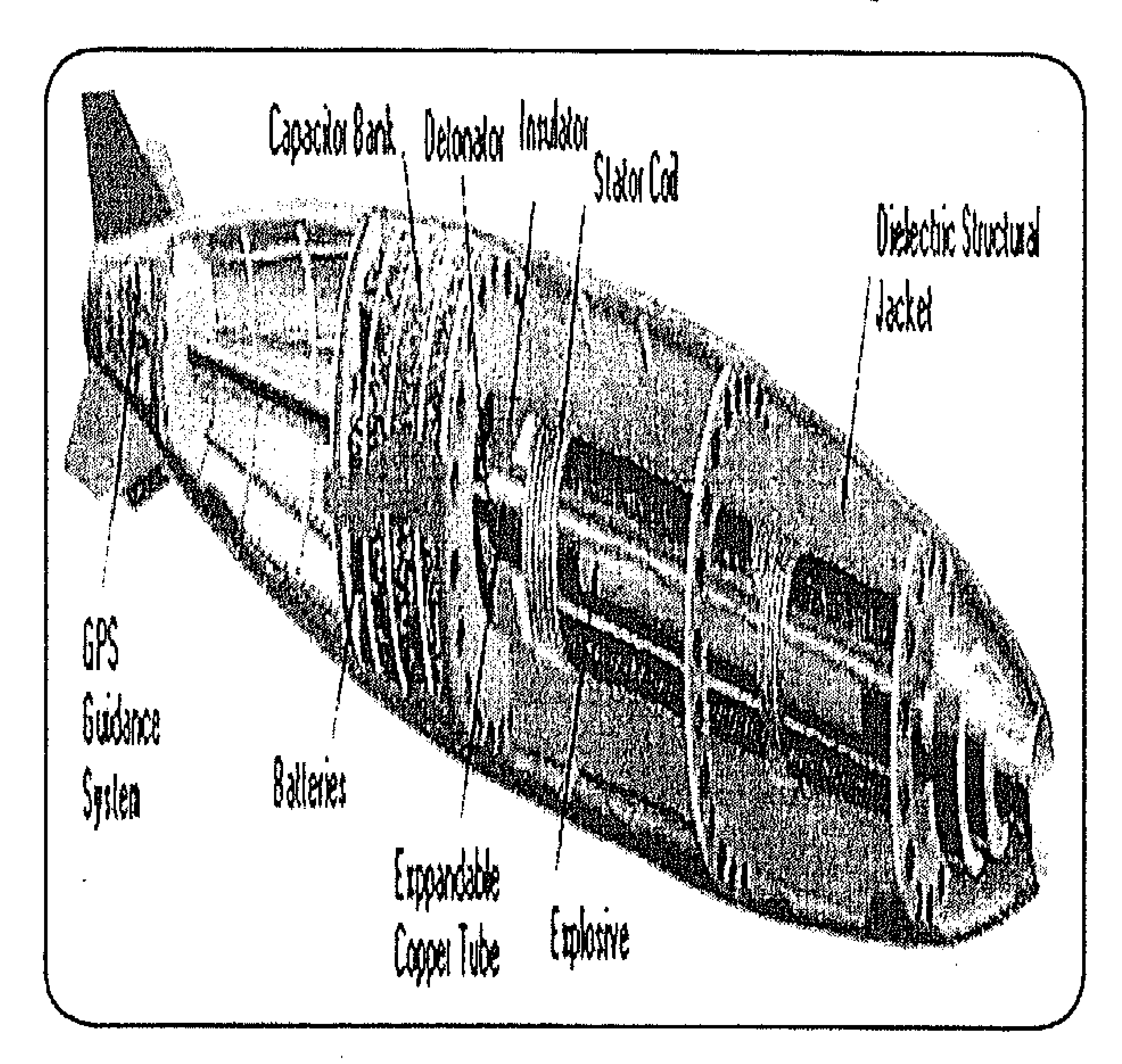
وتختلف هذه القنبلة الكهرومغناطيسية عن الأسلحة التقليدية فى أن قوة دفعها تعتمد على موجات تنطلق من خلال مولد حرارى أو ضوئى أو حتى نووى وليس على تفاعل كيميائى نتيجة لاحتراق البارود. كما أن القذيفة المنطلقة منها ليست رصاصة أو صاروخ، بل هى موجة أو شعاع ينطلق عبر هوائى Antenna. وتصل سرعة القذيفة الموجهة منها إلى ٣٠٠ ألف كيلومتر فى الثانية، وهى نفس سرعة الضوء. وقد ينتج عن ذلك أن تصل القيمة القصوى للقدرة الكهربية الناتجة إلى معدلات عالية تحسب بعشرات التيراوات Terawatt ، وتصل شدة التيار الناتج عن هذه التقنية إلى نحو مائة ضعف من قيمة شدة التيار الصاعق الناتج عن البرق (الصاعقة).

وأفضل الأساليب للحماية من خطر القنبلة الكهرومغناطيسية هو وضع الأجهزة اللاسلكية والكهربية المعرضة للخطر فيما يسمى بقفص فاراداى، وهو ببساطة وضع هذه الأجهزة بداخل جدران ومبانٍ تبطن بألواح من مواد موصلة كهربيا مثل النحاس أو الألومنيوم أو الرصاص، من شأنها حجب الموجات الكهرومغناطيسية وربما منعها من العبور إلى هذه الأجهزة. ولتحقيق الحماية الكاملة يجب أن تكون كابلات دخول وخروج الإشارات مصنوعة من الألياف الضوئية التى لا تتأثر بالمجالات الكهرومغناطيسية.

وقد برزت خطورة تأثيرات هذه القنبلة فى حرب الخليج الثانية، حيث استخدمتها الولايات المتحدة الأمريكية لأول مرة فى الأيام الأولى من الحرب على العراق، كما ذكرت مجلة أخبار الدفاع -News Defense. وبواسطتها أمكن تدمير البنية الأساسية لمراكز التشغيل وإدارة المعلومات الحيوية مثل الرادارات وأجهزة الإتصال بالأقمار الصناعية وأجهزة الإتصال اللاسلكى وأجهزة الكمبيوتر والميكروويف والإرسال والاستقبال الإذاعى والتليفزيونى.

وبرغم بساطة صنع هذه القنبلة ورخص تكاليفها إلا أن كثيرا من البحوث لازالت تجرى عليها فى سرية بالغة من أجل تطويرها ومن أجل إحكام تصويبها للهدف ومن أجل التغلب على العائق الرئيسى فى استخدامها، وهو احتمال تعرض المهاجمين أنفسهم للضرر عندما يكونون بالقرب من موقع الهجوم. إذ بسبب القصر الشديد لموجات القنابل الكهرومغناطيسية يصعب توفير الحماية ضدها، لما لها من أثر

سريع جدا لا يتيح حتى للطائرة التى تلقيها فرصة الابتعاد عن تأثيرها بعد انفجارها، فالتأثير يحدث بعد الانفجار خلال جزء من الثانية، وسرعة وصوله للطائرة التى تلقيه أسرع من سرعة الطائرة نفسها مهما كانت سرعتها.




القنبلة الكهرومغناطيسية

ويتنازع الاستمرار فى تطوير القنبلة الكهرومغناطيسية فريقان، أحدهما مؤيد والآخر معارض. ويصر أعضاء الفريق المؤيد لذلك على أنها سلاح نظيف يتركز تأثيره على الأجهزة والأنظمة ولا يقتل البشر،

ويقولون أن تعطيل حركة المقاتلين وشعورهم بأنهم عاجزون عن استخدام أية تقنيات ووسائل اتصال ومن ثم استسلامهم هو أفضل بكثير من قتالهم وخوض معارك قد تسبب خسائر تدميرية باهظة. كما أن القنبلة الكهرومغناطيسية يمكن استخدامها ضد من يمتلكون أسلحة دمار شامل ويهددون باستخدامها أو ينوون استخدامها، حيث ستشل القنبلة عمل أجهزة إطلاق تلك الأسلحة. كما يمكن استخدامها ضد اللصوص والإرهابيين من محتجزى الرهائن بشل أسلحتهم وأجهزة الاتصال فيما بينهم. وفى هذه الحالة تعتبر القنبلة الكهرومغناطيسية أفضل بكثير من استخدام أية وسائل أخرى كقنابل الغاز التى لا تبقى ولا تذر.

أما المعارضون لتطوير القنبلة الكهرومغناطيسية فيقولون أن استخدامها سيؤدى لقتل كل من يستخدمون أجهزة تعينهم على الحياة كبطاريات القلب وسيعطل عمل أجهزة المستشفيات والدفاع المدنى والمرافق التى لا علاقة لها بالحرب. وهم يرون أن استخدام القنبلة الكهرومغناطيسة يعنى إعادة البشرية عدة قرون إلى الوراء، فهى تعطل بشكل نهائى أجهزة الكومبيوتر والتحكم والمعدات العلمية والسيارات والمصاعد وكل ما تتحكم الأنظمة الإلكترونية فى تشغيله. وهذا يعنى أن المدينة التى تتعرض للقنبلة الكهرومغناطيسية سوف تتحول إلى مدينة بدائية، وعليها أن تبدأ من الصفر.

ومع تعميم هذه القنابل وحصول الدول عليها فإن استخدامها سيكون متاحا لجميع القوى المتحاربة، وسينجم قصف متبادل بها، مما

يعنى القضاء نهائيا على الحضارة الحديثة والعودة بالبشرية إلى عصور الظلام والتخلف. وسيلغى استخدام القنبلة الكهرومغناطيسية بشكل نهائى عامل الردع فى الحروب، إذ سيكون هناك طرف يمتلك القنابل الكهرومغناطيسية ويستخدمها ضد قوات طرف آخر، وبالتالى سيسعى الطرف الآخر إلى امتلاك القنابل نفسها واستخدامها، وهو ما سيجعل الطرفين لا يحسبان حسابا للخسائر البشرية والمادية التى تكون فى النهاية عامل ردع للطرفين عن المضى فى الحرب والبحث عن سبل سلمية للمصالحة ووقف الحرب.

وتعنى بساطة تقنية القنبلة الكهرومغناطيسية ورخص تكاليفها إمكانية حصول المجرمين عليها، وهو ما سيشكل ورقة رابحة ووسيلة ابتزاز بيد هؤلاء.

ويدعم رأى المعارضين لتطوير القنبلة الكهرومغناطيسية ما تؤكد لها من تأثيرات خطيرة. إذ لما تحظى به من طاقة كهرومغناطيسية هائلة فإن تأثيرها على الجسم يكون بالغ الخطورة فى إصابة أعضاء منه كالمخ والغدد التناسلية وحدوث إصابات جلدية ونزيف فى العين وأمراض سرطانية كثيرة واكتئاب واضطرابات فى الذاكرة والجهاز العصبى.

(٥)

# الحلول المقترحة
# لتجنب التلوث الإلكترونى

من الحلول المقترحة لتجنب التلوث الإلكترونى والوقاية منه أو علاج آثاره المؤذية:

- تجنب كل مصادر التلوث الإلكترونى، خاصة التعرض للموجات الكهرومغناطيسية الصادرة من شبكات الضغط العالى التى تقوم بنقل الطاقة الكهربائية بما تتضمن من محطات قوى وتقوية ومحولات ومحركات ومولدات للقدرات العالية الموجودة فى المصانع وأجهزة الإرسال أو البث الإذاعى والتليفزيونى ومحطات إعادة البث سواء على الأرض أو فى الفضاء من خلال الأقمار الصناعية وسفن الفضاء وأجهزة الرادار وأجهزة الكمبيوتر والأجهزة الكهربائية المنزلية كأجهزة المذياع والتليفزيون والتكييف والثلاجة والديب فريزر وغسالة الملابس وغسالة الأطباق والسخان والمكيف والمروحة

ومجفف الشعر وماكينة الحلاقة الكهربائية وغلاية الشاى الكهربائية والخلاط والكبة والعجان ومضرب البيض والتوستر وفرن الطهى الكهربائى وفرن الميكروويف والجرس الكهربائى والبطانية الكهربائية وأجهزة التليفون الثابت والمحمول ومحطات أو أبراج التليفون المحمول والأجهزة المستخدمة للأغراض الطبية كأجهزة معامل التحاليل الطبية والمسح الذرى وأشعة الموجات القصيرة أو الميكروويف وأشعة الليزر والأشعة السينية أو أشعة إكس أو أشعة رونتجن وأشعة جاما.

• تجنب الإقامة والجلوس لفترات طويلة بالقرب من أماكن استقبال الإشعاعات الصادرة من الأجهزة الكهربائية.

• الحرص على إخلاء البيت وخاصة غرف النوم من مصادر الموجات الكهرومغناطيسية، وذلك بتقليل كل أسلاك الأجهزة الكهربائية فيها وإزالة كل ما يمكن أن نستغنى عنه من تلك الأسلاك والأجهزة، وإبعاد كل أجهزة التليفزيون والراديو والتليفون المحمول عن غرف النوم بالذات.

• تجنب الاستخدام الدائم لفرن الميكروويف فى طهى وإعداد الطعام وتجنب التناول المستمر للأطعمة المطهية فيه.

• للتغلب على خطورة المجالات الكهرومغناطيسية المنبعثة من أجهزة الكومبيوتر ينصح العلماء باستخدام شاشات عالية الجودة وذات مقاس لا يقل عن ١٥ درجة، وأن يجلس الإنسان على بعد ٥٠ سنتيمترا على الأقل من شاشة الكمبيوتر،

مع تركيب مرشحات (فلاتر) للشاشة توصل بسلك أرضى لتقليل شدة المجال المنبعث عنها.

• تقليل المخاطر والأضرار الناجمة عن الشحنات الزائدة من الكهرباء والأجهزة الكهربائية، وذلك من خلال السير على الأرض أطول فترة ممكنة لأن الأرض سالبة الشحنات وتقوم بسحب الشحنات الموجبة من الجسم.

• استخدام الوسائل التقنية فى الحد من الإشعاعات مثل ساعات تيسلار Teslar Watches والتى سميت نسبة إلى مخترعها المهندس الفيزيائى الصربى الأمريكى نيكولا تيسلا Nikola Tesla. وهى عبارة عن ساعة يد توضع فى المعصم الأيسر لتكون أقرب إلى القلب، ومن ثم يمكنها التقاط النبض بوضوح ومعادلة الموجات الكهرومغناطيسية التى يستقبلها الجسم.

• التخلص الآمن من النفايات الإلكترونية للأجهزة الكهربائية خاصة الكومبيوتر والتليفزيون، من خلال عمليات التدوير لمكوناتها أو إيجاد آليات فنية لإعدامها بحيث لا تضر البيئة. إذ أن بعض مكوناتها كشاشة الكومبيوتر أو التليفزيون تعد من أخطر المكونات على البيئة، فهى عبارة عن أنبوبة لأشعة الكاثود Tube Cathod Ray تحتوى على عدة مواد ضارة إذا ما تم استنشاق الغبار الناتج عن كسرها، كالرصاص المكون لها والباريوم الموجود عليها لحماية المستخدم من إشعاع

والفوسفور الذى تطلى به لإضاءتها والكادميوم الموجود في الرقائق والمقاومات والبطاريات والزئبق الموجود فى المفاتيح الفاصلة فى الدوائر الكهربائية Circuit Breakers.
وتسبب البطاريات بالذات أخطارا بالغة للبيئة، خاصة تلك الأنواع المصنعة من النيكل والكادميوم والنيكل ميتل هيدريد وهى توجد بكثرة فى أجهزة الكومبيوتر المحمولة.

- تجنب مصادر الشقوق الحرة المؤكسدة Oxidative Free Radicals الناجمة عن التعرض للعادم والدخان ودخان السجائر والتلوث بالمعادن الثقيلة كالزئبق والكادميوم والرصاص والمبيدات ومخلفات المصانع وكثير من الكيمياويات الأخرى والتعرض للإشعاع خاصة الأشعة فوق البنفسجية للشمس والأشعة السينية والموجات الكهرومغناطيسية.
- الحرص على تجنب تناول الأغذية التى تعد من مصادر الشقوق الحرة المؤكسدة كالدهون والزيوت التى يمكن أن تكون الأحماض الدهنية غير المشبعة الموجودة فيها قد حدث لها أكسدة نتيجة لتفاعل ذرات أكسجين الهواء الشاردة معها مما يؤدى إلى تغير طعمها ولونها ورائحتها فيما يعرف بالتزنخ.
- الحرص على تناول الأغذية التى تحتوى على مضادات الأكسدة Antioxidants والتى تتمثل فى الفيتامينات مثل البيتاكاروتين (A) وحامض الأسكوربيك (C) والتوكوفيرول (E) والحامض الأمينى السيستين Cysteine والمعادن مثل

الماغنسيوم والزنك والسلينيوم والنحاس والمنجنيز، حيث تقى كلها الجسم من إيذاء الشوارد الحرة للأنسجة السليمة، وذلك بارتباطها بها من خلال منحها الإلكترون التى تبحث عنه، فتوقف تأثيرها الخطير بمعادلة ما تحدثه من خلل فى خلايا الجسم خاصة مادتها الوراثية المتمثلة فى الحامض النووى د ن أ DNA. وباختصار فإن مضادات الأكسدة هى بمثابة نظام دفاعى ضد الأكسدة التى تسببها ذرات الأكسجين الشاردة لحماية الخلايا من أضرارها.

# ملحق
# مصطلحات إلكترونية

### الذرة

الذرة Atom هى وحدة من وحدات عديدة متشابهة ومتناهية الصغر، ويشكل مجموعها تركيب المادة. وعلى ذلك فكل المواد تتكون من ذرات. وتتكون الذرة من منطقة كثيفة فى وسطها تشكل نحو ٩و٩٩٪ من كتلة الذرة تعرف بالنواة Nucleus وتحتوى على بروتونات موجبة الشحنة ونيوترونات متعادلة الشحنة. وتحيط بالنواة مجموعة من الإلكترونات تقع فى مستويات مختلفة من الطاقة. ويساوى عدد الإلكترونات فى أى ذرة عدد البروتونات. لذا فإن الذرة متعادلة كهربيا.

### الإلكترونات

الإلكترونات Electrons هى جسيمات سالبة الشحنة تحيط بنواة الذرة وتتحرك بسرعة كبيرة جدا فى فى مستويات مختلفة حولها تعرف بمستويات الطاقة. وكتلة الإلكترون ضئيلة جدا إلى حد أنها تبلغ $٩ \times ١٠^{-٢٨}$ وحدة كتلة ذرية. والإلكترونات هى التى تشارك فى التفاعلات الكيميائية والتي تربط الذرات بعضها البعض لتكون الجزىء.

وهى تدور حول النواة في مدار واحد أو أكثر. ويكون المدار الداخلى كاملا عندما يحتوى على إلكترونين، ثم تبدأ الإلكترونات فى اكتمال عددها فى المدار الثانى الذى يكتمل عندما يحتوى على ثمانية إلكترونات.

ويعد عدد الإلكترونات فى المدار الخارجى للذرة أهم صفة بنائية تحدد سلوكها الكيميائى. والذرة التى لها عدد إلكترونات كامل فى المدار الخارجى تكون مستقرة أو متعادلة ولا تدخل فى التفاعلات الكيميائية لأن الذرات تسعى على الدوام للبحث عن الاستقرار.

وتحاول الذرات استكمال مدارها الخارجى إذا كان عدد الإلكترونات فيه ناقصا أو فقد إلكترونا. وهى تفعل ذلك بمشاركة الإلكترونات مع ذرات أخرى لترتبط معها وتصبح متعادلة ومستقرة.

### البروتونات

البروتونات Protons هى جسيمات موجبة الشحنة بداخل نواة الذرة. وعددها فى كل ذرة يساوى عدد الإلكترونات. وتبلغ كتلة البروتون وحدة كتلة ذرية واحدة وهى تساوى نفس كتلة النيوترون. وتزيد هذه الكتلة عن كتلة الإلكترون بعدد ١٨٣٦ مرة.

### النيوترونات

النيوترونات Neutrons هى جسيمات متعادلة الشحنة بداخل نواة الذرة، أى لا تحمل أية شحنات كهربائية. وهى تعمل على تأين المادة والأنسجة. ويمكن لها أن تنتج داخل المفاعلات الذرية نتيجة لانشطار أنوية ذرات اليورانيوم. إذ يتكون عندئذ نواتان أصغر وينطلق نتيجة

لذلك عدد من النيوترونات. وعند اصطدام هذه النيوترونات بأنوية ذرات يورانيوم أخرى فإنها تؤدى إلى انشطارها وانطلاق نيوترونات أخرى جديدة تعيد نفس الكرّة.

### الأيونات

الأيون Ion هو كل ذرة فقدت أو اكتسبت إلكترون أو أكثر. وعند الفقد يكون عدد البروتونات أكبر من عدد الإلكترونات، وتصبح بذلك شاردة أو أيون موجب يسمى كاتيون مثل كاتيون الصوديوم +Na . أما عند الاكتساب فيكون عدد الإلكترونات أكبر من عدد البروتونات، وتصبح بذلك شاردة أو أيون سالب يسمى أنيون مثل أنيون الكلور -Cl .

### النظائر

يكمن الإختلاف بين عنصر كيميائى وآخر فى عدد البروتونات أو الإلكترونات. أما عدد النيوترونات فيختلف حتى فى ذرات العنصر الواحد، ويشكل ما يعرف بنظائر العنصر Isotopes. وقد يصل عدد النظائر فى العنصر الواحد إلى خمسين نظيرا.

### النظائر المشعة

غالبا ما تكون أنوية العناصر الكيميائية ثابتة ولا تتفكك. لكن بعضها يكون قابلا للتفكك. وتكون أنوية النظائر القابلة للتفكك نشطة إشعاعيا Radioactive، أى تتفكك أنوية النظائر تلقائيا إلى أنوية أصغر أقل طاقة. وفى ذلك تصدر إشعاعات على هيئة جسيمات ألفا أو بيتا. لذا فإنها تسمى بالنظائر المشعة Radioactive Isotopes.

### العدد الذرى

العدد الذرى Atomic Numberهو عدد البروتونات فى الذرة. وهذا العدد ثابت لا يتغير فى كل أنوية ذرات العنصر الواحد، فى حين يتغير عدد الكتلة فى أنوية ذرات العنصر الواحد نظرا لتغير عدد النيوترونات.

### عدد الكتلة

عدد الكتلة Mass Number هو عدد البروتونات والنيوترونات المكونة لنواة الذرة. ويساوى عدد الكتلة كتلة النواة. وبالنظر إلى كتلة الإلكترون الضئيلة جدا فإن عدد الكتلة يساوى تقريبا كتلة الذرة.

### الموجات الكهرومغناطيسية

الموجات الكهرومغناطيسية Electromagnetic Waves هى شلال من الطاقة التى تمر فى مسار يحوى مجالين أحدهما كهربى والآخر مغناطيسى ولكل منهما طاقة معينة. وتتراوح الطاقة الكهرومغناطيسية بين هذين المجالين بشكل متعاكس (زيادة ونقصانا)، أى عندما تزيد شدة أحدهما تنقص شدة الآخر. ويعرف التغير بينهما بالتردد Frequency. وهذا يعنى أن التردد هو عدد المرات فى الثانية التى تتغير بها الطاقة فى المجالين من أقصى قيمة لها حتى تعود إلى نفس القيمة. وهو يقاس بالهرتز Hertz، ويرمز له بالرمز .Hz

وتنبعث المجالات الكهرومغناطيسية من شبكات الضغط العالى التى تقوم بنقل الطاقة الكهربائية بما تتضمن من محطات قوى وتقوية ومحولات ومحركات ومولدات القدرات العالية الموجودة فى المصانع

وأجهزة الإرسال أو البث الإذاعي والتليفزيوني ومحطات إعادة البث سواء على الأرض أو في الفضاء من خلال الأقمار الصناعية وسفن الفضاء وأجهزة الرادار وأجهزة الكمبيوتر والأجهزة الكهربائية المنزلية كأجهزة المذياع والتليفزيون والتكييف والثلاجة والديب فريزر وغسالة الملابس وغسالة الأطباق والسخان والمكيف والمروحة ومجفف الشعر وماكينة الحلاقة الكهربائية وغلاية الشاى الكهربائية والخلاط والكبة والعجان ومضرب البيض والتوستر وفرن الطهى الكهربائى وفرن الميكروويف والبطانية الكهربائية والجرس الكهربائى والألعاب الإلكترونية للأطفال والكبار وأجهزة التليفون الثابت والأجهزة المستخدمة للأغراض الطبية كأجهزة معامل التحاليل الطبية والمسح الذرى وأجهزة التليفون المحمول ومحطات أو أبراج التليفون المحمول والميكروويف أو الموجات القصيرة وأشعة الليزر والأشعة السينية أو أشعة إكس أو أشعة رونتجن وأشعة جاما والأشعة الكونية والأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء. ومن مجموع هذه الموجات يتشكل ما يعرف بالطيف الكهرومغناطيسى Electromagnetic Spectrum.

### الأشعة المؤينة والأشعة غير المؤينة

يمتلىء الجو بالموجات الكهرومغناطيسية التى تبث فيه قدرا كبيرا من الطاقة. وطبقا للطاقة المنبعثة من هذه الموجات فإنها تنقسم إلى أشعة مؤينة Ionizing Rays وأخرى غير مؤينةNonionizing Rays. والأشعة المؤينة وهى أشعة ذات طاقة كبيرة تستطيع تأيين

المادة أى تحولها إلى جسيمات مشحونة مثل الأشعة السينية وأشعة ألفا وأشعة بيتا وأشعة جاما والضوء غير المرئى، وبمعنى آخر أنها تعمل على تأيين ذرات الوسط الموجودة فيه، أى تعطيها طاقة تكفى لأن تفقد ذراتها بعض إلكتروناتها لتصبح أيونات موجبة. أما الأشعة غير المؤينة فهى أشعة ذات طاقة ضعيفة نسبيا بحيث لا تستطيع تكسير الروابط بين مكونات المادة مثل موجات البث الإذاعى والتليفزيونى وموجات الرادار وموجات الميكروويف والموجات اللاسلكية الناجمة عن التليفون المحمول وأبراج تقوية التليفون المحمول والأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية والضوء المرئى.

**أشعة ألفا**

أشعة ألفا Alpha (α) Rays هى جسيمات موجبة الشحنة. وسرعتها قليلة لا تتعدى ٢٠ ألف كيلومتر فى الثانية. ولها قدرة ضعيفة على اختراق الأنسجة الحية وغير الحية نظرا لما لها من كتلة وحجم كبيرين يجعلانها تصطدم بسهولة بالذرات التى تصادفها. وبعد كل اصطدام تفقد جزءا من طاقتها حتى تتوقف تماما. وغالبا ما لا يكون لها تأثير خطير على الصحة العامة نظرا لثقلها وانخفاض سرعتها مما يحد من قدرتها على اختراق الأجسام. لكن إذا حدث أن كان اصطدام هذه الأشعة بالإلكترونات المدارية فإنها يمكن أن تنزع من الذرة وتقوم بدورها بتأيينها. لذا فإن لهذه الأشعة قدرة تأيينية عالية تجعلها شديدة الضرر بالخلايا الحية إذا ما لامستها.

**أشعة بيتا**

أشعة بيتا Rays (β) Beta عبارة عن إلكترونات أو بوزيترونات (جسيمات مساوية في كتلتها للإلكترونات لكنها موجبة الشحنة). وعلى ذلك فإنها تحمل إما شحنة كهربائية سالبة أو موجبة. وهي تسير بسرعة كبيرة تبلغ سرعة الضوء وهي أيضا أخف وزنا وأقل قدرا من أشعة ألفا. لذا فإن قدرتها على النفاذ داخل الأنسجة الحية أعلى وتستطيع أن تخترق الجسم الحي حتى سنتيمترين، لذا فإن خطرها عليه بالغ خاصة على الجلد. كما تحدث في الجسم حروقا وفقر دم وأوراما سرطانية. وفي حالة زيادة جرعتها تحدث الوفاة. لكن قدرتها على اختراق الأجسام الصلبة قليلة. ولا تنفذ عبر الرصاص بدءا من سمك ٢ ملليمتر.

**أشعة جاما**

أشعة جاما Gamma (δ) Raysهي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية على هيئة فوتونات تسير بسرعة الضوء العادي أي بسرعة ٣٠٠ ألف كيلومتر/الثانية. ولا تتأثر بالمجال الكهربائي أو المغناطيسي حيث أنها لا تحمل شحنات. ولأنها غير مشحونة فإنها تؤين المادة بطرد الإلكترونات منها. لكن قدرتها تلك ضعيفة وتقل عن قدرة أشعة بيتا بمعدل ١٠٠ مرة. وهي ذات طول موجي صغير جدا أقل من ١ نانومتر. لذا فإن طاقتها كبيرة وقوة اختراقها للمادة والأنسجة الحية عظيمة، مما يجعل خطرها فادحا. وهي مثل أشعة بيتا تحدث في الجسم حروقا وفقر دم وأوراما سرطانية. وفي حالة زيادة جرعتها تحدث الوفاة.

## الأشعة الكونيـة

الأشعة الكونية Cosmic Rays عبارة عن جسيمات مادية نووية أصغر من الذرة وذات طاقة عالية تصل إلى ١٨١٠ إلكترون فولت. وهى أشعة كهرومغناطيسية تتحرك فى الفضاء فى مسارات محاذية لخطوط المجال المغناطيسى للأرض. ويجدر بالذكر أن ٩٠٪ منها عبارة عن بروتونات و٩٪ منها عبارة عن جسيمات ألفا (أى أنوية ذرات هيليوم) و١٪ جسيمات بيتا (إلكترونات).

وترد هذه الأشعة إلى الأرض من الفضاء الخارجي بطاقة هائلة تمكنها من اختراق ثخانات كبيرة من المادة. وتسمى أولية عند دخولها جو الأرض، وثانوية بعد أن تقوم بالتفاعل معه.

وهى تأتى من النتوءات التى تبرز من قرص الشمس وتعرف بالرياح والعواصف الشمسية وتبلغ سرعتها ٦٠٠٠٠٢ كيلومترا فى الجزء الواحد من الثانية، ومن ثقوب سوداء Black Holes عملاقة فى وسط المجرات القريبة من الأرض. وفى انهمار هذه الأشعة من الفضاء على الأرض تصطدم بأعالى الغلاف الجوى، فيقوم هذا الغلاف بحماية الأرض من خطرها.

وتتواجد هذه الأشعة الكونية فى الكون باستمرار منذ بدء الخليقة على الأرض، وبقدر قليل لا يهدد الحياة على سطح الأرض برغم الطاقة الهائلة (١٠^١٨ إلكترون فولت) التى تحملها جسيمات الأشعة الكونية والتى تمكنها من اختراق جسم الإنسان بسهولة. لكن يكمن الخوف من تأثير هذه الأشعة فى طبقات الجو العليا. وبازدياد الارتفاع فى

الجو يزداد خطرها. لذا يخشى على الطيارين ورواد الفضاء من كثرة تعرضهم لها، وإصابتهم بالطفرات الوراثية. ويحذر علماء الوراثة من تأثير هذه الأشعة على الكروموسومات عند المدارات المنخفضة نسبيا أى على ارتفاع ٥٠٠ كيلومتر من سطح الأرض، مما يزيد من فرص الإصابة بمرض السرطان.

**أشعة الشمس**

أشعة الشمس Sun Rays هي خليط من أشعة مرئية وأخرى غير مرئية. وتنطلق على شكل موجات كهرومغناطيسية قصيرة جدا بأكبر سرعة في الوجود وهي سرعة الضوء (٣٠٠ ألف كيلومتر في الثانية).

والأشعة المرئية هى الطيف ذاته أو قل هى الضوء الذى يتكون من سبعة ألوان: البنفسجى والأزرق والأحمر والأصفر والبرتقالى والأخضر والنيلى، تمتزج مع بعضها البعض معطية اللون الأبيض، ويطلق عليها ألوان الطيف. وأكبر قدر ترسله الشمس من طاقة الضوء للأشعة المرئية يكون على هيئة اللون الأزرق الذى يكون ما تعارفنا على تسميته حين ننظر إلى السماء بالقبة السماوية الزرقاء. ويتغير اللون الأزرق فى ساعات الشفق (عند الشروق) والغسق (عند الغروب) إلى اللون الأصفر أو الأحمر لأن الشمس حين تكون قريبة من خط الأفق فى تلك الساعات تمر الأشعة الصادرة منها بأقصى قدر فى الطبقات السطحية التى يعلق بها الغبار وبخار الماء. فتعطي اللون المعروف لكل من الشفق والغسق. أما ضوء النهار العادى فينتج من تشتت ضوء الشمس فى الغلاف الجوى. ولغلبة اللون الأزرق على الضوء حكمة

عظيمة. إذ أنه أساسى لعملية البناء الضوئى التى يقوم بها النبات حيث يمتص الكلوروفيل هذا الضوء الأزرق فيساعد النبات فى تصنيع غذائه. كما أن الضوء الأحمر يستغله الكلوروفيل لبناء الكربوهيدرات وتلوين الأزهار والثمار بعد نضجها.

أما الأشعة غير المرئية من أشعة الشمس فهى عبارة عن نوعين هما: الأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية.

### الأشعة تحت الحمراء

الأشعة تحت الحمراء Infra-Red Rays هى أشعة غير مرئية تشكل ١٪ من أشعة الشمس، والباقى ٩٩٪ هو مجموع الأشعة المرئية والأشعة فوق البنفسجية غير المرئية. ويبلغ الطول الموجى للأشعة تحت الحمراء نحو ٧٥و٠ ميكرون. وهذه الأشعة ذات طاقة حرارية تشكل القدر الأكبر من طاقة الشمس. وتمتص كلها عند سطح الأرض. لكن جزءا منها ينعكس إلى الجو. لذا فهذه الأشعة هى المسئولة عن إحداث التوازن فى درجة الحرارة بين الأرض وجوها. وتعتمد قدرة هذه الأشعة الواردة من الشمس إلى سطح الأرض على خط العرض، فأقل قدر يرد منها عند القطبين الجنوبى والشمالى وأكبر قدر يكون عند خط الاستواء.

ويذهب جزء من طاقة هذه الأشعة حين ترد إلى سطح الأرض لتبخير الماء وتحويله إلى بخار يتصاعد إلى الجو. ويظل فى الجو محتفظا بالحرارة الكامنة فيه حتى يتكثف وتنطلق منه هذه الحرارة فيتحول إلى سحب. وبذا تكتسب الطبقات العليا جزءا من حرارة الشمس بطريق غير مباشر. وتنتقل هذه الطاقة من الطبقات العليا إلى الأرض بواسطة الرياح مما يؤثر بالإيجاب أو السلب على المحاصيل الزراعية.

### الأشعة فوق البنفسجية

الأشعة فوق البنفسجية Ultra -Violet Rays هى أشعة غير مرئية من أشعة الشمس. وموجاتها من أقصر الموجات الموجودة فى هذه الأشعة. إذ يقل طولها عن ٣٩و٠ ميكرون (الملليمتر= ألف ميكرون). وبالفعل ينحصر الطول الموجى لها بين ٢٠٠–٤٠٠ نانومتر (المتر= بليون نانومتر).

ويمتص الأوزون المنتشر فى طبقات الجو العليا أكبر قدر منها. فلا يصل منها إلى الأرض إلا قدر يسير لا يزيد عن ١٢٪. والجزء الذى يمتصه الأوزون من هذه الأشعة لو قدر له أن ينفذ كما هو إلى الأرض لقتل الحياة البشرية بأسرها. وقدر بسيط منه يسبب حدوث السرطان. كما يحدث آثارا مدمرة للطبيعة. وحتى التعرض الطويل للقدر اليسير الذى ينفذ من هذه الأشعة (١٢٪) بعد امتصاص الأوزون للقدر الأكبر منها يسبب ضررا للكائن الحى على النحو المذكور آنفا.

وهذه النسبة التى تنفذ من الأشعة فوق البنفسجية هى الملائمة للحياة على الأرض. ولو قل وجود الأوزون فى طبقات الغلاف الجوى أو زاد عن ذلك لحدثت كارثة. إذ لو قل لزادت الأشعة فوق البنفسجية عن معدلها اللازم وفتكت بالكائنات الحية بما فيها الإنسان بل وبالحياة عموما. ولو زاد قدر الأوزون فى طبقات الغلاف الجوى عن القدر الذى يسمح بمرور قدر الأشعة فوق البنفسجية المذكور لما نفذت الكمية الكافية من الأشعة فوق البنفسجية اللازمة لاستمرار الحياة.

ومن المعروف أن التعرض الطويل لأشعة الشمس يؤدى إلى حدوث

ما يسمى بضربة الشمس والتي تفضي أحيانا إلى الموت. ويعزى هذا الضرر إلى اشتمال أشعة الشمس على الأشعة فوق البنفسجية. وإذا استخدمت هذه الأشعة تحت إشراف طبيب فإنها تؤدى إلى فوائد صحية جمة بسبب تفاعلها مع الدهون الموجودة تحت الجلد وتكوين فيتامين د (D) الذى يعمل على نمو العظام. كما أن هذه الأشعة هى المسئولة عن اللون البرونزى للجلد المعرض لحمامات الشمس. وهى تعمل أيضا على تنشيط وظائف الجلد والدم والغدد الصماء والأعصاب. لكنها إن لم تستعمل على الوجه الصحيح أو زادت عن الحد المسموح به فإنها تؤذى العيون وتسبب حرق الجلد.

### كثافة الطاقة

كثافة الطاقة Powor Density هى كمية الطاقة التى تصل إلى جسم الإنسان والناجمة عن تأثير المجالات الكهرومغناطيسية. وتقاس بوحدة ميللى وات/ سنتيمتر مربع أو فولت/ متر.

### معدل الامتصاص النوعى

معدل الامتصاص النوعى Specific Absorption Rate هو كمية الطاقة الممتصة بواسطة جسم الإنسان لموجات الراديو. وتتميز هذه الطاقة الممتصة بصفة التراكم داخل الجسم مع مرور الوقت. وهذا ما يجعل تأثيرها ضارا عند وقت معين. وتحدد منظمة الصحة العالمية الحد الأقصى لمعدل الامتصاص ٠٨و٠ وات/ كيلوجرام من وزن الجسم. وتعد هذه القيمة هى حد الأمان أو الجرعة المسموح بها. وإن جاز التعبير فهى درجة التلوث المسموح بها.

### التأثير النبضى الكهرومغناطيسى

التأثير النبضى الكهرومغناطيسىElectromagnetic Pulse Effect (EMP) هو ما ينجم عن التفجيرات النووية ويسبب تكون نبضة كهرومغناطيسية هائلة فى وقت لا يتعدى مائة نانو ثانية (النانو ثانية = جزء من ألف مليون جزء من الثانية). وتنطلق هذه النبضة عبر الهواء وعلى خطوط الكهرباء لمسافات طويلة مكونة مجالا كهرومغناطيسيا هائلا وجهدا كهربيا يصل إلى بضعة ملايين فولت حسب بعد المصدر عن الهدف المعرض لهذه النبضة الكهرومغناطيسية، مما يجعل اعتبارها موجة كالصدمة Electromagnetic Shock Wave. ويشبه تأثير هذه الموجة أو الصدمة نفس تأثير البرق أو الصواعق. وهذا يكفى لتعطيل أو إلحاق ضرر بالإجهزة الإلكترونية لعديد من الأميال من مكان الانفجار.

### الشوارد الحرة

الشوارد الحرة Free Radicals هى عبارة عن ذرات أو جزيئات فقدت إلكترونا من محيطها الخارجى مما يجعلها غير مستقرة. ولما كانت تميل بطبيعتها للاستقرار وتحتوى على عدد زوجى من الشحنات الكهربائية فهى غالبا ما تسعى لاستكمال ذلك الإلكترون من ذرات وجزيئات خلايا الجسم وأغشيتها ومادتها الوراثية المتمثلة فى الحامض النووى د ن أDNA ، مما يسبب إضعاف جهاز المناعة فيها والانقسام غير الطبيعى لها وحدوث السرطان وكثير من الأمراض الأخرى كتصلب جدر الشرايين وتلف الجهاز العصبى والتعجيل بحدوث الشيخوخة فيها،

ومن ثم تلفها وتدميرها. ومن أخطر الشوارد الحرة على الجسم ذرات الأكسجين حين تفقد أحد إلكتروناتها.

مضادات الأكسدة

مضادات الأكسدة Antioxidants هى كيماويات موجودة فى بعض الإنزيمات التى يكونها الجسم مثل الجلوتاثيون Glutathione والكاتليز Catalase والسوبر أوكسيد ديسميوتيز Super Oxide Dismutase وكثير من الأغذية التى تتمثل فى فيتامينات مثل البيتاكاروتين (فيتامين A) وحامض الأسكوربيك (فيتامين C) والتوكوفيرول (فيتامين E) وبعض الأحماض الأمينية والمعادن. وكلها تقى الجسم من إيذاء الشوارد الحرة للأنسجة السليمة، وذلك بارتباطها بها من خلال منحها الإلكترون التى تبحث عنه، فتوقف تأثيرها الخطير بمعادلة ما تحدثه من خلل فى خلايا الجسم خاصة مادتها الوراثية المتمثلة فى الحامض النووى د ن أ DNA. وباختصار فإن مضادات الأكسدة هى بمثابة نظام دفاعى ضد الأكسدة التى تسببها ذرات الأكسجين الشاردة لحماية الخلايا من أضرارها.

وتتكون مضادات الأكسدة من بعض الإنزيمات التى يصنعها الجسم بالإضافة إلى بعض المواد التى يتناولها الإنسان ضمن غذائه. وتعمل عناصر مضادات الأكسدة جميعها معا أو بشكل منفرد ضد الشوارد الحرة.

### التفجيرات غير النووية

التفجيرات غير النووية Non-nuclear Explosions هى

تفاعلات كيميائية سريعة جدا ينجم عنها تكون كميات هائلة من الغاز تتمدد فيما حولها بتأثير الحرارة محدثة الانفجار. وهى لا تؤثر على نواة الذرة. وكل ما يحدث فيها هو تغير إلكترونات مداراتها الخارجية فقط.

**التفجيرات النووية**

التفجيرات النووية Nuclear Explosions هى انفجارات تتعلق بأنوية الذرات. ومنها ما ينجم عن الانقسام أو الانشطار فى أنوية الذراتNuclear Fission كما فى القنبلة النووية (الذرية) Nuclear or Atomic Bomb ومنها ما ينجم عن الاندماج بين أنوية الذرات Nuclear Fusion كما فى القنبلة الهيدروجينية Hydrogen Bomb . وكلاهما يتولد عنه طاقة هائلة.

**الاندماج النووى**

الاندماج النووى Nuclear Fusionهو اندماج يحدث بين أنوية الذرات Nuclear Fusion ينجم عنه طاقة هائلة كما فى القنبلة الهيدروجينية Hydrogen Bomb.

**الانشطار النووى**

الانشطار النووىNuclear Fission هو انشطار يحدث فى أنوية الذراتNuclear Fission ينجم عنه طاقة هائلة كما فى القنبلة النووية (الذرية) Nuclear or Atomic Bomb.

**الفولت**

الفولت Volt ويرمز له بالحرف V هو الوحدة التى تقاس بها القوة

الكهربائية أو فرق الجهد. وقد سمى بذلك نسبة إلى العالم الفيزيائى الإيطالى آلكسندر فولتا، مخترع البطارية الكهربائية.

### الوات

الوات Watt ويرمز له بالحرف W هو الوحدة التى تقاس بها القدرة الكهربائية، وهى كمية الطاقة بالجول لكل ثانية. وقد سمى بذلك نسبة إلى المهندس الاسكتلندى جيمس وات.

### الأمبير

الأمبير Ampere ويرمز له بالحرف A هو الوحدة التى يقاس بها التيار الكهربائى. وقد سمى بذلك نسبة إلى العالم الفيزيائى الفرنسى أندريه مارى أمبير.

### الإلكترون فولت

الإلكترون فولت ويرمز له بالحرفين eV هو الوحدة التى تقاس بها الطاقة. وهى كمية الطاقة التى يكتسبها إلكترون وحيد غير مرتبط عند تسريعه بواسطة جهد كهربائى ساكن قيمته ١ فولت فى الفراغ. وطبقا لهذا التعريف فالإلكترون فولت هو حاصل ضرب ١ فولت فى شحنة الإلكترون التى تقدر بـ (كولوم١e = ١,٦٠٢٢ X ١٠-١٩).

### الكولوم

الكولوم Coulomb ويرمز له بالحرف C هو الوحدة التى تقاس بها كمية الشحنة الكهربائية التى يحملها تيار مقداره أمبير واحد في ثانية واحدة. وقد سمى بذلك نسبة إلى العالم الفيزيائى الفرنسى شارل أوجستان دى كولوم.

### الهرتز

الهرتز Hertz، ويرمز له بالرمز Hz هو الوحدة التى يقاس بها التردد Frequency. والتردد بالنسبة للموجات الكهرومغناطيسية هو عدد المرات فى الثانية التى تتغير بها الطاقة فى المجالين الكهربى والمغناطيسى المكونين لها، من أقصى قيمة لها حتى تعود إلى نفس القيمة. وتتراوح الطاقة الكهرومغناطيسية بين هذين المجالين بشكل متعاكس (زيادة ونقصانا)، أى عندما تزيد شدة أحدهما تنقص شدة الآخر. وكلما ازداد التردد ازدادت الطاقة.

### الريم

الريم REM هو الوحدة التى تقاس بها شدة الإشعاع الذرى أو النووى. والحد الأقصى لهذا الإشعاع الموجود فى الهواء والذى يجب ألا يتعرض الإنسان لحد أعلى منه هو ٥ ريم. وتتأثر صحة الإنسان بالتعرض للإشعاعات الذرية أو النووية عند الحد الأكثر من ذلك. إذ عند ١٠٠ ريم يعانى الإنسان من اضطراب الدورة الدموية ويتساقط شعره. وعند ٨٠٠ ريم يصاب بالسرطان.

### قياسات إلكترونية

الميجا Mega= $١٠^{٦}$

جيجا Giga= $١٠^{٩}$

التيرا Tera = $١٠^{١٢}$

الميكرون Micron= ١/ ١٠٠٠ من المليمتر

الأنجستروم Angstrom= ١/ مليون من المليمتر

النانو Nano= ١/ بليون

النانومتر Nanometer= ١/ بليون من المتر

# الكاتب



**الأستاذة الدكتور/**

**كمال شرقاوي غزالي**

- تخرج فى كلية العلوم جامعة الأسكندرية عام ١٩٧٦م. وعين معيدا فمدرسا مساعدا فمدرسا فأستاذا مساعدا فأستاذا فرئيسا لقسم العلوم البيولوجية بكلية التربية جامعة الأسكندرية.
- عضو أكاديمية العلوم الأمريكية بنيويورك

The New York Academy of Sciences.

- له عدة مؤلفات علمية مرجعية فى مجال التخصص العلمى.
- له عدة مؤلفات فى مجال الثقافة العلمية للكبار وتبسيط العلوم للصغار.
- له عدة مؤلفات أدبية فى مجال القصة والرواية، ونال وجائزة نادى القصة بالقاهرة عام ١٩٩٨م وبالإسكندرية عام ١٩٨١م.

## صدر من هذه السلسلة

# المحتوى

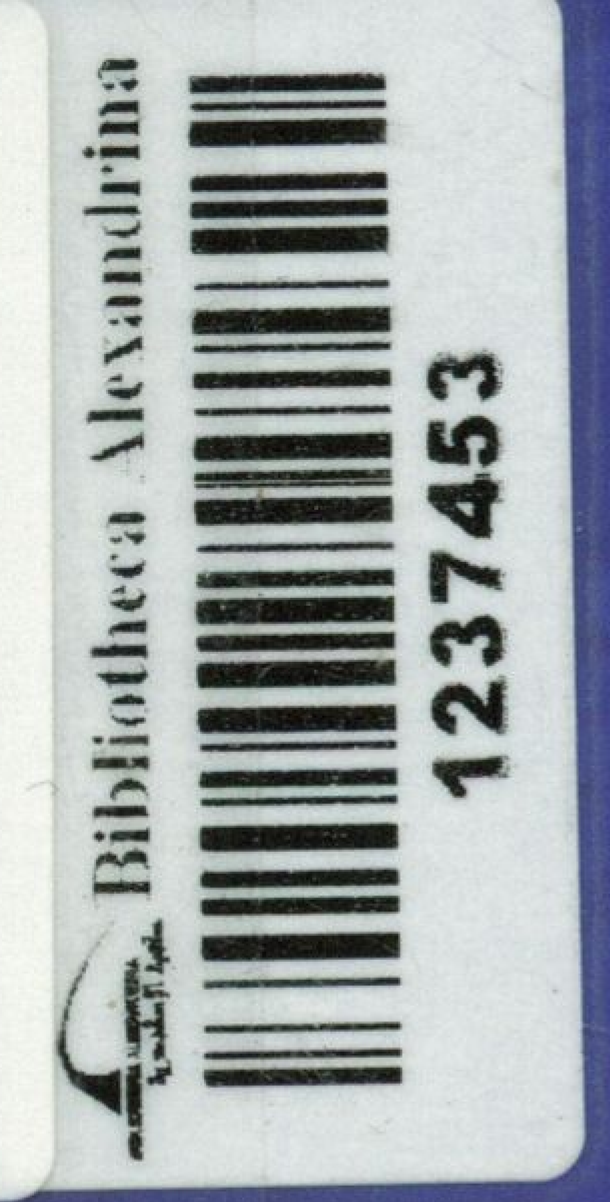
رقم الإيداع: ١٧٦٢١/ ٢٠١٣
الترقيم الدولى: 978-977-718-506-6

## هـذا الكتـــاب

تضخمت ظاهرة التلوث حتى فقدت الأنظمة البيئية قدرتها على استيعابها، فصارت مصدر تهديد لصحة البشر وسائر الكائنات الحية على سطح الكوكب. وتتعدد صور التلوث ومصادره، ويتوقف هذا الكتاب عند صورة تستمد جانبا من خطورتها الفائقة من كونها خفية.

ذلكم هو التلوث الإليكترونى .

ويهتم الكتاب بتوضيح معالم هذه الصورة غير الظاهرة من التلوث، كما يعرض لبعض أساليب تلافي تأثيرها؛ لعل القارئ يجد فيه دليلا يقوده لاتقاء شر التلوث الإليكترونى .. الخفي.






www.gocp.gov.eg

الثمن: جنيهان

تصميم الغلاف: فكرى يونس